



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DA MATURAÇÃO E IDADE ÓSSEA

Trabalho submetido por
João Luís da Silva Amaral
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Setembro de 2016



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DA MATURAÇÃO E IDADE ÓSSEA

Trabalho submetido por
João Luís da Silva Amaral
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Irene Ventura

Trabalho coorientado por
Prof. Doutor José Grillo

Setembro de 2016

Agradecimentos

À Prof. Doutora Irene Ventura pela orientação, acompanhamento e disponibilidade ao longo de todo o trabalho.

Ao Prof. Doutor José Grillo pela coorientação, disponibilidade e apoio.

Ao ISCSEM, pela excelência na qualidade das instalações, recursos e equipa docente, sem os quais não seria possível a concretização deste projeto.

À minha família, pelas palavras de apoio, incentivo e motivação e por serem tão especiais para mim.

À minha colega de box Ana Rita Brites que foi fundamental para minha adaptação ao contexto académico português e pela sua disponibilidade em ajudar sempre.

Finalmente, A Deus porque todas as coisas foram feitas por intermédio dele, e, sem Ele, nada do que foi feito se fez.

Resumo

O crescimento corporal inicia-se na concepção tendo o seu pico na puberdade, sendo este um excelente coadjuvante na prevenção e tratamento de determinadas maloclusões. Avaliar corretamente o nível da maturação esquelética em que se encontram os pacientes é de extrema relevância na prática clínica, uma vez que a aplicação deste conhecimento, quando realizado antes do tratamento ortodôntico, complementa o diagnóstico, planejamento e prognóstico do mesmo.

Geralmente, a partir da idade cronológica estima-se a maturidade mental, a habilidade física, a altura, o peso e o número de dentes presentes na cavidade oral de uma pessoa. Esta, por si só, não pode ser considerada um parâmetro válido para estimar a velocidade de crescimento ou a maturação esquelética devido às diferenças de desenvolvimento individuais e outras variáveis, como o estado nutricional, o desenvolvimento endócrino e determinadas patologias sistêmicas.

A avaliação da idade esquelética por meio de análises radiográficas, pela observação dos estádios de calcificação e mineralização dos dentes permanentes e da maturação das características sexuais secundárias são condutas amplamente utilizadas na área de saúde para estimar a velocidade de crescimento, bem como a proporção de crescimento remanescente.

Este estudo propõe-se a uma análise crítica dos métodos mais utilizados para avaliar a maturação e idade óssea do indivíduo.

Palavras-chave: Maturação Óssea, Idade Óssea, Surto de Crescimento

Abstract

The body's growth begins at fertilization reaching its maximum during puberty, being an excellent support in the prevention and treatment of certain malocclusions. It is of extreme relevance to the clinical practice to evaluate correctly the level of skeletal maturation the patients are found in. When this knowledge is applied, before the orthodontic treatment, one can complement the diagnosis, prognosis and planning thereof.

Generally, by following a chronological age, one can estimate the mental maturity, physical abilities, height, weight, and the number of teeth present in the oral cavity of a person. The presence of teeth in the oral cavity of a person, by itself, cannot be considered a valid parameter to estimate the velocity of the growth of skeletal maturation due to the differences of the individual development of a person, and other variables such as the nutritional state of the patient, the endocrine development and other systemic diseases.

By evaluating the skeletal age by means of radiographic analysis, one can observe the stages of calcification and mineralization of the permanent teeth and the maturation of certain secondary sexual characteristics. These, are good conductors that can be widely used in the health area to estimate the velocity of growth as well as the proportion of remaining growth.

In this study it is proposed a critical analysis of the methods that are mostly used to evaluate the maturation and bone age of the individual.

Keywords: Skeletal Maturation, Bone Age, Growth Spurt

Índice

I. Introdução	9
II. Desenvolvimento	11
1. Idade óssea determinada pela radiografia da mão e punho	11
2. Idade dentária	22
3. Idade óssea determinada pela radiografia das vértebras cervicais	30
4. Caracteres sexuais secundários	41
5. Tomografia computadorizada de feixe cónico	49
6. Exames laboratoriais	52
III. Conclusão.....	55
IV. Bibliografia	57

Índice de figuras

Figura 1. Anatomia dos ossos da mão	12
Figura 2. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase G1	16
Figura 3. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase Psi	17
Figura 4. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase S	18
Figura 5. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase G2	19
Figura 6. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase R cap	20
Figura 7. Curva de crescimento da puberdade	21
Figura 8. Estádios de Nolla	25
Figura 9. Esquema das seis categorias propostas por Hassel & Farman para análise da maturação das vértebras cervicais	31
Figura 10. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de iniciação	32
Figura 11. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de aceleração	33
Figura 12. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de transição	34
Figura 13. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de desaceleração	35
Figura 14. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de maturação	36
Figura 15. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de finalização	37
Figura 16. Critérios de Tanner no desenvolvimento das mamas	43
Figura 17. Critérios de Tanner no desenvolvimento genital masculino	44
Figura 18. Critérios de Tanner no desenvolvimento das pilosidades pubianas em ambos os sexos	46

Índice de tabelas

Tabela 1. Tabela de Logan & Kronfeld para dentes decíduos	23
--	----

Lista de siglas

IGF-1	fator de crescimento semelhante a insulina-1
CVM	maturação das vértebras cervicais
CVMI	indicadores de maturação das vértebras cervicais
SMI	indicador de maturação esquelética
EC	estadio cervical

I. Introdução

Os padrões de crescimento e desenvolvimento na espécie humana constituem um processo gradual através do qual os indivíduos caminham para a maturidade (Sannomiya, 1998). Este processo reveste-se de grande importância, uma vez que, representa a própria vida e a ele estão associados uma série de mudanças físicas, onde se inclui o aumento da estatura, o desenvolvimento ósseo, sexual, dentário, neuromotor e psicológico (Marcondes, 1980). O significado clínico desta evolução é extremamente importante para o médico dentista já que uma grande variedade de atos clínicos estão condicionados pelo estadio de crescimento e desenvolvimento ósseo, assim como dentário do indivíduo.

O crescimento do Ser Humano tem algumas características particulares. Dentre elas, podemos destacar os denominados “surto de crescimento” que são fases da vida do indivíduo no período entre a infância e a adolescência, caracterizados por um desenvolvimento mais expressivo. Estes surtos têm relação direta com o sexo da criança, ocorrendo em média um a dois anos antes no sexo feminino, com exceção do primeiro surto, que ocorre aos três anos de idade em ambos os sexos. O surto que ocorre na puberdade tem especial interesse para a medicina dentária (Farr & Khosla, 2015).

O conhecimento destas características particulares bem como a capacidade do médico dentista em prever estes surtos de crescimento são de fundamental importância para o diagnóstico, planeamento, interceção e tratamento ortodôntico, para o planeamento da época ideal de realização de procedimentos cirúrgicos, como também para o fornecimento de dados em medicina dentária forense.

O grande desafio no que se refere ao diagnóstico da fase de crescimento e desenvolvimento, na qual se encontra o indivíduo, reside nas variações biológicas individuais, sendo que nem todos os sistemas fisiológicos do Ser Humano amadurecem ao mesmo tempo. A velocidade de maturação depende da influência diversos fatores, nomeadamente, a composição genética, fatores hormonais, nutricionais, sociais, económicos, bioquímicos, climáticos e sazonais.

A investigação científica atual preocupa-se cada vez mais com o papel da hereditariedade e procura estabelecer as bases genéticas para a correlação do crescimento e desenvolvimento entre os descendentes e os seus ascendentes, sabendo-se hoje que esta

correlação é parcial, ou seja, a hereditariedade por si só não é determinante para uma correta avaliação da previsibilidade dos surtos e dos padrões de crescimento faciais. De acordo com Chai & Maxson (2006), 75% dos defeitos congênitos na cabeça, face e pescoço que afetam os humanos são as malformações craniofaciais. Porém, é possível estimar como correto um valor de 10% a 36% a relação entre as dimensões faciais de um indivíduo tendo como base apenas a herança genética (Guedes-Pinto, 2012).

Os fatores ambientais têm influência decisiva em todo o processo porque estão constantemente a modificar aquilo que foi herdado e, dentro dos fatores ambientais, a nutrição exerce um importante papel. Se um organismo não recebe em quantidades suficientes a matéria-prima necessária para um crescimento e desenvolvimento adequados, estes fenómenos serão afetados. Algumas doenças congénitas tais como, a sífilis e a rubéola congénitas, e os fatores extrínsecos ao desenvolvimento, nomeadamente os hábitos de respiração oral, deglutição atípica, hábitos de morder, hábitos de postura e fonação também constituem fatores ambientais que têm uma interferência marcante, não podendo ser ignorados porque modificam o potencial de crescimento e desenvolvimento (Guedes-Pinto, 2012).

Esta complexidade de variáveis tornam a idade cronológica um parâmetro insuficiente para uma avaliação precisa, sendo necessários métodos mais fíáveis para um diagnóstico correto (Santiago, et al., 2012)

Baseados nos processos de crescimento que ocorrem nos tecidos esqueléticos e nos órgãos reprodutores, diversos métodos surgiram para determinar a idade biológica do indivíduo. Estes métodos fundamentam-se na observação dos estadios de formação e erupção dentária, na idade óssea ou esquelética determinada por métodos radiográficos ou tomográficos específicos, no desenvolvimento cognitivo, assim como, nos caracteres sexuais secundários e, mais recentemente na análise dos níveis sanguíneos do fator de crescimento IGF-1.

Pretende-se com este trabalho efetuar uma revisão da literatura e fazer uma análise comparativa dos métodos de determinação do grau de maturação e idade óssea, bem como, suas aplicações em medicina dentária.

II. Desenvolvimento

1. Idade óssea determinada pela radiografia da mão e punho

A descoberta do raio x com as suas diversas aplicações posteriores teve um impacto decisivo na história da medicina moderna. Diagnósticos de carácter mais objetivo e baseados na observação e nas evidências abriram novo caminho para a comunidade científica. Esta descoberta também beneficiou grandemente os estudos sobre o crescimento e desenvolvimento do Ser Humano. Rotch T. M. (1908) foi o pioneiro na utilização de radiografias da mão e punho para a determinação da idade óssea. O seu estudo pretendia estabelecer parâmetros objetivos para a classificação de crianças com fins escolares e para a prática do desporto. Desde então, surgiram diversos trabalhos que procuravam estabelecer um índice de crescimento e desenvolvimento baseado na idade óssea (Johnston, Roche, & Susanne, 1980).

As radiografias da mão e punho ganharam grande importância científica por dois motivos principais. O primeiro aspeto acenta no facto de que os padrões de ossificação nesta região são singulares quando comparados às demais partes do esqueleto dentro de um mesmo organismo, constituindo excelentes critérios para a classificação da idade óssea. Em segundo lugar, estas características, salvo em situações anómalas ou patológicas, têm um carácter universal podendo ser observados em todos os seres humanos.

Tendo como base estas observações quanto à singularidade da ossificação da mão e do punho, surgiu em 1950 o Atlas Greulich & Pyle que se tornou um dos mais simples e antigos métodos utilizados para o cálculo da idade óssea. Este Atlas foi desenvolvido pelo Dr. William Walter Greulich e Dr. Sarah Idell Pyle, sendo composto por imagens radiográficas da mão e punho esquerdos, desde o nascimento até aos 19 anos de idade para indivíduos do sexo masculino e 18 anos de idade para o sexo feminino. Este estudo baseou-se no facto de que os centros de ossificação da mão e punho aparecem numa ordem sequencial e fixa. Contudo, verificou-se que a aplicabilidade do Atlas varia em diferentes partes do mundo, uma vez que o grupo utilizado para as pesquisas de Greulich & Pyle era composto apenas por crianças caucasianas, de nacionalidade norte americana e com nível socioeconómico médio/alto (Mughal, Hassan, & Ahmed, 2014).

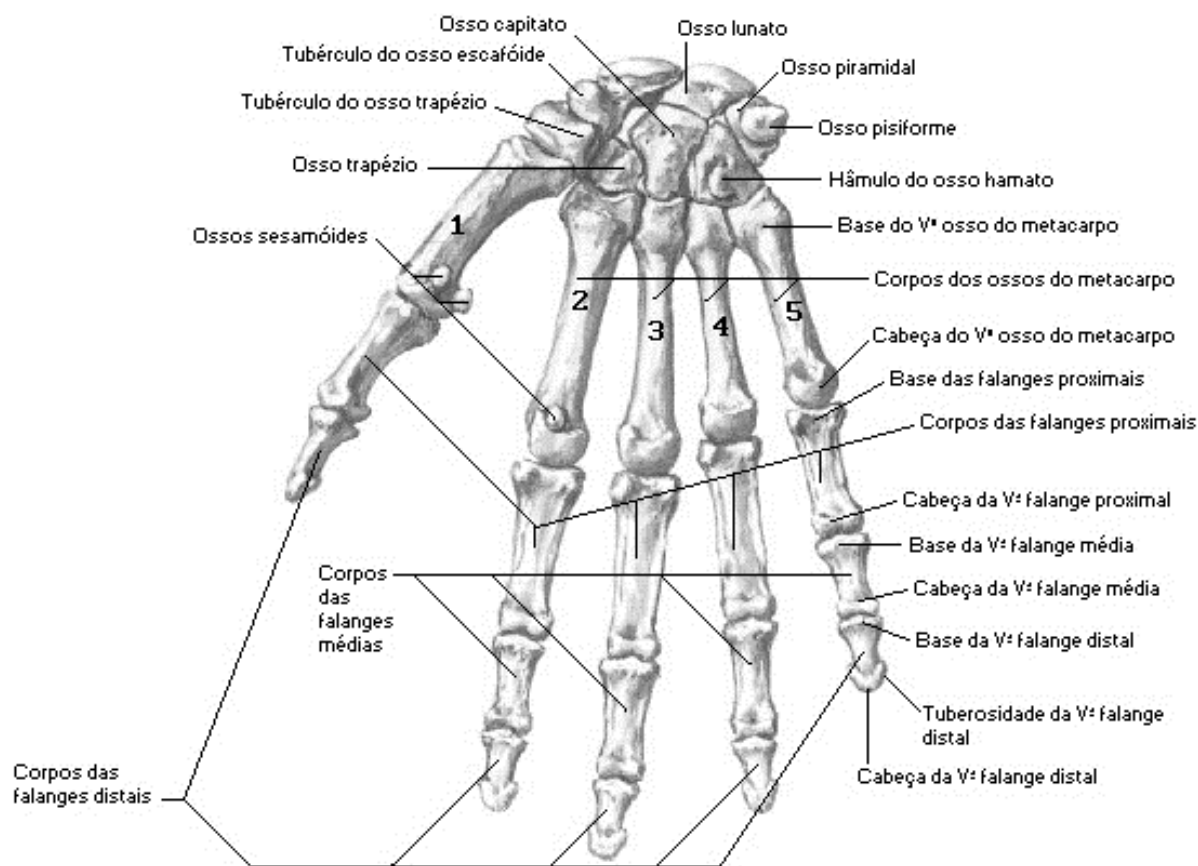


Figura 1. Anatomia dos ossos da mão (Lopes, 2015).

Nos anos que se seguiram à publicação da segunda edição de 1959 do Atlas de Greulich & Pyle diversos trabalhos foram realizados com o intuito de verificar se a sequência de aparecimento dos centros de ossificação eram constantes. Com este objetivo, Garn & Rohmann (1960) conduziram um trabalho sobre a ordem de aparecimento dos 28 centros de ossificação da mão e punho descritos no Atlas. A amostra da pesquisa era composta por 2880 radiografias de 154 crianças de nacionalidade norte americana clinicamente saudáveis, acompanhadas desde o nascimento até ao final da sequência de formação óssea. Os resultados revelaram que a ordem do desenvolvimento dos centros de ossificação nem sempre é regular e constante, existindo variações individuais nas radiografias da mãos e punho que devem ser consideradas para a determinação da idade óssea (Garn & Rohmann, 1960).

Em 1962, Tanner & Whitehouse desenvolveram um método onde são avaliados 20 ossos da mão e punho observando crianças de origem britânica, de nível socioeconómico

médio. Neste método, são atribuídos valores aos ossos analisados numa escala de “A” até “I”, em que “A” significa que não há sinal da presença do osso e “I” significa a completa formação do osso. Para este método, à semelhança do método de Greulich & Pyle, também é utilizado um atlas como base para a comparação (Freitas, 2000).

Em 1967, Eklöf & Rigertz criaram um método que se baseia em 10 centros de ossificação dos ossos da mão e punho em vez de 28 centros, tendo este método sido utilizado para o desenvolvimento de programas informáticos para cálculo da idade óssea (Moraes, Moraes, Filho, & Graziosi, 2003).

Fishman (1982) desenvolveu um método de avaliação de idade esquelética por meio de radiografias da mão e de punho com detalhes completos para utilização na clínica ortodôntica. Os dados para a realização desta pesquisa resultaram da observação de 170 meninas e 164 meninos do Denver Child Research Council. As crianças foram seguidas ao longo de 25 anos nos quais foram analisados o crescimento e desenvolvimento com base nos dados antropométricos, telerradiografias de perfil e radiografias da mão e punho. O método desenvolvido por Fishman utiliza quatro estádios de maturação óssea, encontrados em seis pontos anatômicos nos dedos polegar, médio e mínimo. Neste trabalho ele propõe uma sequência de quatro estádios de ossificação que progridem pelo aumento em largura das epífises selecionadas, a ossificação do sesamoide, o capeamento das epífises sobre as diáfises e finalmente a sua fusão. Este método tem sido muito utilizado em diversas pesquisas que procuram estabelecer correlações entre a idade óssea verificada pelas radiografias da mão e punho e outros métodos (Fishman, 1982).

Os métodos de Greulich & Pyle (1950), Tanner & Whitehouse (1962) e de Eklöf & Rigertz (1967) não têm em consideração as variações do meio ambiente, da nutrição, dos processos patológicos, da hereditariedade e da condição socioeconômica que tem interferência decisiva no desenvolvimento humano, uma vez que, nos seus estudos, os grupos eram formados por amostras muito específicas e restritas. Enquanto Greulich & Pyle observaram crianças americanas da década de 1940, Tanner & Whitehouse observaram crianças britânicas da década de 1950 e Eklöf & Ringertz, crianças alemãs da década de 1960. Isto pode explicar as variações que são encontradas quando estes instrumentos são utilizados em indivíduos de outras nacionalidades e etnias (Moraes, Moraes, Filho, & Graziosi, 2003).

Com a finalidade de verificar estas variações ambientais Nápoli & Saraiva (1985) desenvolveram um trabalho sobre idade óssea recorrendo a uma amostra constituída por 232 pares de radiografias da mão e punho. Para esta pesquisa foram selecionados pacientes de ambos os sexos com um intervalo de idade desde os recém-nascidos até aos 20 anos de idade. Para efeitos de estudo, os exames foram separados em dois grandes grupos de acordo com o sexo, sendo posteriormente divididos em subgrupos de acordo com períodos de desenvolvimento a saber: lactentes, pré-escolares, escolares, pré-adolescentes, adolescentes e adultos. Foi utilizado o Atlas de Greulich e Pyle como parâmetro para determinação da idade óssea. Os autores concluíram que a correlação entre a idade óssea e a cronológica não segue padrões lineares quando são comparados indivíduos de raças diferentes (Nápoli & Saraiva, 1985), no que são corroborados por estudos mais recentes (Perinetti, Westphalen, Biasotto, Salgarello, & Contardo, 2013).

Alguns trabalhos já foram desenvolvidos para estabelecer fatores de correção, sendo preconizado atualmente deixar uma margem de segurança de aproximadamente 2 anos (1 para mais e 1 para menos) entre a idade cronológica e a idade óssea calculada, a qual é considerada dentro dos padrões de normalidade (Moraes, Moraes, Filho, & Graziosi, 2003).

As radiografias da mão e punho são consideradas actualmente excelentes ferramentas de diagnóstico em medicina dentária, especialmente em odontopediatria e ortodontia, onde são consideradas o padrão ouro (Cericato, Bittencourt, & Paranhos, 2015). Em 1979, Grave & Brown, ao analisar quatro casos clínicos de pacientes em tratamento ortodôntico, utilizaram com sucesso radiografias da mão e punho como meio de diagnóstico do estado de crescimento e desenvolvimento. Nos quatro casos descritos as radiografias foram decisivas no planeamento e na execução do tratamento, otimizando os resultados (Grave & Brown, 1979).

As diferenças entre os sexos também necessitam de especial atenção. Em 1980, Hägg & Taranger estabeleceram uma correlação entre o início, pico e fim do surto de crescimento da puberdade com os estadios específicos de desenvolvimento do osso sesamoide, das falanges média e distal do terceiro dedo e da epífise distal do rádio. A amostra foi constituída por 212 crianças suecas selecionadas arbitrariamente, tendo os autores concluído que as evoluções ósseas ocorrem mais cedo nas meninas (Hägg & Taranger, 1980).

Jiménez Hernández et al. (1986) analisaram 5000 radiografias da mão e punho esquerdos de crianças e adolescentes naturais de Cuba utilizando o método TWII. Foram feitas comparações entre os sexos, concluindo-se que o sexo feminino apresentou um ritmo de desenvolvimento ósseo mais rápido desde o nascimento até a idade adulta em relação ao sexo masculino. (Hernández, et al., 1986).

Em 1994, Ten comparou a idade cronológica com a mineralização de oito ossos do carpo. O grupo que serviu de amostra para o estudo era formado por 200 brasileiros na faixa etária de 13 a 22 anos. As diferenças entre os sexos foram evidentes com as áreas de cada um dos ossos do carpo estudados apresentando-se maiores no sexo masculino quando comparados aos do sexo feminino dentro da mesma faixa etária. Por outro lado, os ossos do metacarpo apresentam um grau de maturação mais acelerado no sexo feminino (Ten, 1994).

Uma questão relevante foi pesquisada por Moraes, em 1995. Seu estudo envolveu 207 indivíduos, com intervalo de faixa etária dos 4 aos 12 anos, para avaliação da existência de simetria ou assimetria entre as mãos direita e esquerda no desenvolvimento dos centros de ossificação, e se a existência dessas assimetrias interferem no cálculo da idade óssea. Concluiu que existia igual número de casos de simetria e de assimetria, porém, as assimetrias encontradas eram muito pequenas e não influenciavam o diagnóstico. Portanto, a avaliação da idade óssea, segundo este autor, pode ser realizada por radiografias de qualquer uma das mãos (Moares, 1997), embora, atualmente seja a mão esquerda a utilizada com maior frequência (Vellini-Ferreira, 2010).

O método para determinação da idade óssea através dos ossos da mão e punho é simples, preciso e bem documentado na literatura científica. Segundo Vellini-Ferreira (2010) o período do início ao fim do surto de crescimento da puberdade dura aproximadamente 2 anos, sendo que o pico de velocidade de crescimento ocorre por volta de 1 ano após o início do surto de crescimento e pela observação da radiografia da mão e punho é possível observar as seguintes fases:

G1: início do aparecimento do gancho radiopaco do osso ganchoso, também chamado de osso hamato. O estadiu G1 determina o início do surto do crescimento e sua identificação é importante para um melhor aproveitamento de toda a extensão do surto.



Figura 2. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase G1 (*Greulich & Pyle, 1959*).

Psi: visualização do osso pisiforme. A ossificação do Psi pode ser usada como indicador do início da adolescência.

R: epífise do rádio com a mesma largura que a diáfise. Segundo Grave, Brown (1979), esses três eventos (G1, Psi, R), na maioria dos indivíduos, precedem o pico de velocidade de crescimento.

FD cap: capeamento epifisário nas falanges distais.



Figura 3. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase Psi (*Greulich & Pyle, 1959*).

S: visualização do osso sesamoide. A ossificação do sesamoide inicia 6 meses após o início do surto de crescimento e termina quando ocorre o início da união epífise-diáfise

da falange proximal do polegar. O sesamoide nunca surge após o pico máximo de velocidade de crescimento e sua imagem nítida indica que o surto de velocidade máxima de crescimento já ocorreu.



Figura 4. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase S (Greulich & Pyle, 1959).

G2: gancho radiopaco nitidamente visível no corpo do osso ganchoso. Faltam aproximadamente 3 meses para o pico de velocidade de crescimento.



Figura 5. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase G2 (*Greulich & Pyle, 1959*).

FP cap: capeamento epifisário nas falanges proximais.

FM cap: capeamento epifisário nas falanges médias. Os estádios FP e FM correspondem ao pico de velocidade de crescimento da puberdade e indicam que já se passou 1 ano dentro do surto de crescimento.

R cap: capeamento epifisário no rádio. Já se passaram aproximadamente 3 meses do pico de velocidade de crescimento.



Figura 6. Radiografia da mão e punho onde identificamos a fase R cap (*Greulich & Pyle, 1959*).

M: momento da menarca. Este é um excelente indicador de que o surto de crescimento já está próximo do final faltando aproximadamente 6 meses para o mesmo.

FD ui: início da união epifisária nas falanges distais. Este estadio está altamente correlacionado com a menarca que acontece no sexo feminino e também indica que falta aproximadamente 6 meses para o final do surto de crescimento.

A curva criada por Martins é hoje o padrão mais utilizado para esta avaliação. Nesta curva cada momento da ossificação observável na radiografia da mão e punho corresponde a um momento relacionado com o surto de crescimento (Vellini-Ferreira, 2010).

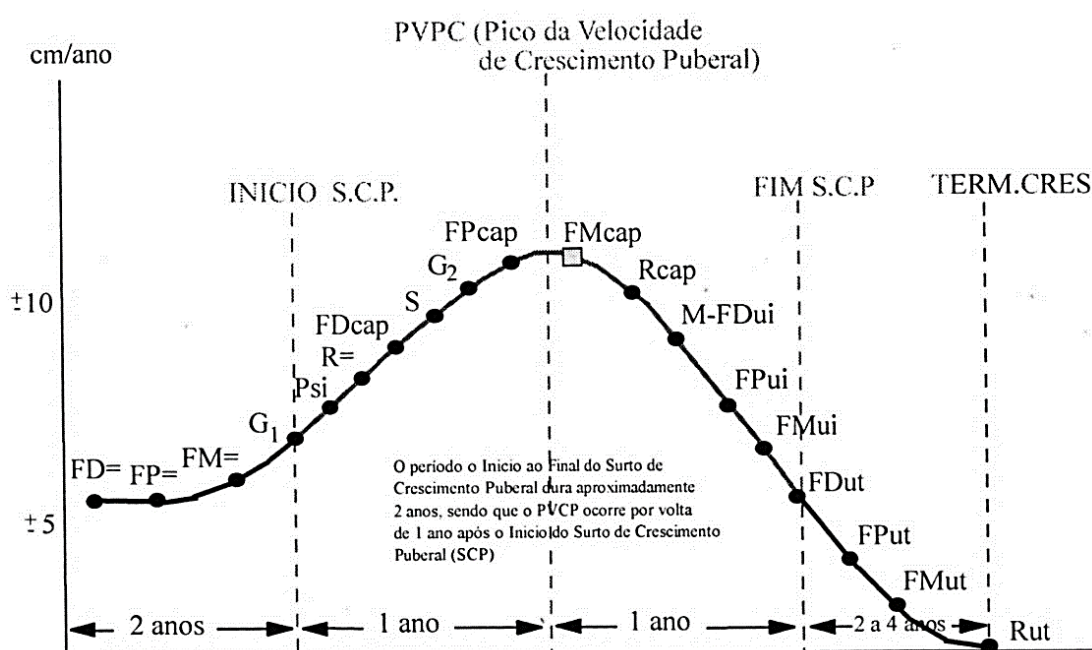


Figura 7. Curva de crescimento da puberdade (Adaptado de Martins & Sakima, 2015).

Segundo alguns autores, na ausência da radiografia da mão e punho, o médico dentista pode recorrer em alternativa a radiografias periapicais ou oclusais. Silva Filho et al. (1992) realizaram um trabalho onde utilizaram com sucesso a radiografia periapical para a observação do osso sesamoide adutor e dos estadios epifisários do primeiro dedo (Hilgenberg, Pinto, Pinheiro, Jiménez, & Coelho, 2008).

Abdel-Kader (1998) realizou um estudo com 55 pacientes de ambos os sexos entre os 10 aos 15 anos de idade. Neste estudo, observou os estadios epifisários das falanges médias do terceiro dedo dos pacientes utilizando películas radiográficas periapicais conseguindo excelentes resultados na determinação do momento em que os mesmos se

encontravam em relação ao surto de crescimento. Para o autor, a simplicidade do método, a baixa exposição à radiação, a facilidade e economia da técnica são as grandes vantagens (Abdel-Kader, 1998).

Hilgenberg et al. (2008) também propuseram um método assente nos princípios da determinação da idade óssea pela observação dos estadios epifisários sem recurso à radiografia da mão e punho. Para este estudo foram selecionados 140 pacientes, entre os 7 e os 13 anos, sendo 20 pacientes para cada faixa etária e metade de cada sexo, ou seja, 70 pacientes do sexo feminino e 70 do sexo masculino. Em substituição da radiografia da mão e punho, foram realizadas radiografias da mão dos pacientes com radiografia oclusal que possibilitava a visualização da região metacarpo falangeana do primeiro dedo e das falanges do primeiro e segundo dedo numa única exposição. Estas radiografias foram efetuadas com o aparelho radiográfico convencional que pode ser utilizado em qualquer clínica dentária. Os autores concluíram que o método tem grande fiabilidade em comparação com o método radiográfico da mão e punho com as vantagens da redução das doses de radiação, redução de custos para o paciente e a fácil execução pelo médico dentista no seu próprio consultório (Hilgenberg, Pinto, Pinheiro, Jiménez, & Coelho, 2008).

2. Idade dentária

Entende-se por idade dentária aquela que é estabelecida comparando-se o padrão de erupção e a quantidade de desenvolvimento radicular dos dentes permanentes com o esperado para uma determinada idade. Observa-se conforme o estadio de desenvolvimento do gérmen dentário até ao seu completo estabelecimento e posicionamento na arcada e constitui outro método para o diagnóstico da idade biológica (Langlade, 1993).

Segundo Guedes-Pinto *“a cronologia de erupção corresponde à data que o dente irrompe na cavidade bucal”* e *“sequência de erupção é a ordem na qual os dentes vão irrompendo na boca”* (Guedes-Pinto, 2012, p. 17). Estes fatores para a determinação da idade cronológica vêm sendo utilizados desde o século XIX, no entanto, foi no século XX que estudos mais consistentes foram efetuados estabelecendo uma correlação entre o desenvolvimento dentário e a idade cronológica.

Relativamente à dentição decídua, o grau de previsibilidade da cronologia e sequência de erupção tem sido confirmado ao longo dos anos. Vono (1972) na sua tese de doutoramento encontrou a seguinte sequência de erupção na dentição decídua: incisivo central inferior, incisivo central superior, incisivo lateral superior, incisivo lateral inferior, primeiro molar superior, primeiro molar inferior, canino superior, canino inferior, segundo molar inferior e segundo molar superior. Menezes & Peters (1983) realizaram um estudo com 900 crianças caucasianas de 5 a 37 meses, tendo obtido uma sequência de erupção que confirma a tese de Vono. Outros autores encontraram algumas variações na sequência dos incisivos, mas que não representam maiores problemas a nível do diagnóstico (Guedes-Pinto, 2012).

O grau de previsibilidade da cronologia e sequência de erupção da dentição decídua permitiu a elaboração de tabelas de desenvolvimento dentário, sendo a mais usada a tabela proposta por Logan & Kronfeld, modificada por McCall & Wald em 1940 e reformulada por Lunt & Law em 1972 (Guedes-Pinto, 2012).

Tabela 1. Tabela de Logan & Kronfeld para dentes decíduos (Vellini-Ferreira, 2010).

	Dente	Início da calcificação	Coroa completa	Erupção	Raiz completa
Superior	ic	3-4m*	4m*	7,5m**	1,5-2a
	il	4,5m*	5m*	8m**	1,5-2a
	c	5,5m*	9m***	16-20m**	2,5-3a
	1ºm	5m*	6m*	12-16m**	2-2,5a
	2ºm	6m*	10-12m**	20-30m**	3a
Inferior	ic	4,5m*	4m*	6,5m*	1,5a
	il	4,5m*	4,5m*	7m**	1,5a
	c	5m*	9m***	16-20m**	2,5-3a
	1ºm	5m*	6m*	12-16m**	2-2,5a
	2ºm	6m*	10-12m**	20-30m**	3a

* meses de vida intra uterina

** meses de vida extra uterina

*** 9 meses = nascimento

m = meses

a = anos

Hess et al. (1932) realizaram um trabalho sobre o desenvolvimento dentário, no qual fizeram um estudo da evolução da mineralização dentária utilizando exames radiográficos e peças anatómicas dissecadas. Os autores concluíram que pela análise radiográfica é possível obter informações quantitativas do grau de mineralização dos dentes (Moares, 1997).

No entanto, enquanto a erupção da dentição decídua é relativamente previsível, o mesmo não acontece com a dentição permanente. Estudos apontam índices de previsibilidade de 81,5% para a dentição decídua. Todavia, na dentição permanente esta previsibilidade não atinge os 50% havendo controvérsia entre os autores acerca da sequência e cronologia de erupção (Guedes-Pinto, 2012).

Em 1942, Brauer & Bahador analisaram as variações na mineralização e erupção dos dentes decíduos e permanentes, e observaram que constituem dois processos distintos. Os autores concluíram ainda que estes processos não têm necessariamente de corresponder com a idade cronológica (Moares, 1997).

As variações da cronologia e a sequência de erupção dos dentes permanentes estão relacionadas com diversos fatores: ambientais, endócrinos, nutricionais, genéticos e locais, sabendo-se por exemplo, que a erupção nas meninas é mais precoce do que nos meninos. Em 1958, Garn et al. realizaram um estudo sobre a mineralização dentária onde verificaram uma diferença significativa entre os sexos sendo as meninas 2 anos adiantadas em relação aos meninos da mesma faixa etária (Moares, 1997).

No entanto, apesar das variações na dentição permanente, foi no ano de 1960 com o estudo de Nolla que o método da idade dentária ganhou grande destaque na comunidade científica. No seu trabalho, Nolla utilizou uma série de radiografias de 25 meninos e 25 meninas com o propósito de estudar o desenvolvimento da dentição permanente do início ao fim da calcificação, efetuando controlos anuais. A partir da observação das radiografias foi possível estabelecer dez fases da mineralização dentária. Segundo Nolla o estadio médio de calcificação dos dentes em diferentes idades pode determinar com maior precisão a idade dentária do que a análise da idade pela erupção dentária. O cálculo da idade dentária é obtido ao confrontamos a radiografia do paciente com a tabela de desenvolvimento de Nolla para obtermos o estadio de desenvolvimento de cada dente, assim comparamos estes dados com a tabela de estádios de calcificação e teremos a idade dentária real do paciente. O estudo também concluiu que há poucas diferenças entre os

lados direito e esquerdo na mesma criança e que não há diferenças significativas de mineralização entre os sexos (Nolla, 1960).



Figura 8. Estádios de Nolla (Moyers, 1991).

Com estas conclusões passou a considerar-se a cronologia de mineralização dos dentes e não a cronologia de erupção uma alternativa mais previsível para o diagnóstico da idade biológica. Moorrees et al. (1963) afirmaram que a cronologia de mineralização como proposta por Nolla é mais fiável para a estimativa da idade porque é um processo passível de observação ao longo do tempo enquanto a erupção é uma fase muito específica e de curta duração. Medici Filho (1973) estudou a cronologia da mineralização dos caninos, pré-molares e segundos molares permanentes, efetuando ortopantomografias. Os seus resultados demonstraram que a mineralização ocorre de forma simétrica quando comparados o primeiro com o segundo quadrante e o terceiro com o quarto quadrante de

um mesmo indivíduo. Moraes (1973) observou os incisivos e primeiros molares permanentes num estudo que realizou em crianças brasileiras. Comparando os seus resultados com os resultados de outros autores, concluiu que há variações ambientais que justificam a utilização de padrões específicos para cada grupo étnico sem demérito do método (Moraes, 1997).

Desde então, alguns métodos foram desenvolvidos para a avaliação da estimativa de idade através da mineralização dentária, dentre os quais se destaca o método de Demirjian et al. (1973). Neste método, são analisados sete dentes mandibulares do lado esquerdo, desde o incisivo central até o segundo molar. Cada dente é identificado com um dos oito estádios de calcificação do método de Tanner & Whitehouse (1962) para maturidade esquelética, de “A” até “H”. A soma dos pontos de todos os dentes fornece uma estimativa de maturação que varia de 0 a 100. Estes valores são depois convertidos numa estimativa da idade dentária (Demirjian, Goldenstein, & Tanner, 1973).

Com relação às condicionantes sexuais, Gonçalves et al. (1993) estudaram a relação entre os estádios de desenvolvimento do primeiro molar permanente inferior e a idade cronológica. Foram selecionados 206 pacientes, sendo 102 meninos e 104 meninas com idades entre os 2 e os 9,5 anos. Os pacientes foram submetidos a radiografias oblíquas em norma lateral. Os autores concluíram que, nesta faixa etária, não se observam diferenças significativas no desenvolvimento dentário quando comparados os sexos (Gonçalves, Usberti, & Boscolo, 1994).

No entanto, Ferreira et al. (1993) avaliaram a mineralização dentária de 279 crianças entre os 6 e os 12 anos através de ortopantomografias. Foram usados os estádios de Nolla para a análise das radiografias. Para este intervalo de faixa etária as diferenças já se mostraram significativas, havendo uma aceleração da mineralização dos dentes inferiores das meninas em relação aos meninos (Ferreira-Júnior, Santos-Pinto, & Santos-Pinto, 1993).

Mörnstad et al. (1994) realizaram um estudo com o objectivo de verificar a correlação entre o cálculo das medidas da altura da coroa, comprimento da raiz e abertura do ápex de dentes permanentes em desenvolvimento e a idade cronológica em crianças entre os 5,5 e os 14,5 anos. Segundo os autores, o grande problema dos métodos comuns de determinação da idade biológica baseados na idade dentária residem na dependência de tais métodos das estimativas subjetivas dos observadores. Numa tentativa de evitar estas

estimativas subjetivas, os autores testaram um método com análises computadorizadas mais precisas e objetivas. Neste estudo foram avaliadas 541 ortopantomografias de 270 meninos e 271 meninas montadas em mesas digitalizadoras para a identificação dos pontos utilizados para a obtenção das medidas. Os autores concluíram que este método tem uma fiabilidade de 95% para o diagnóstico da estimativa da idade (Mörnstad, Staaf, & Welanders, 1994).

Num estudo realizado em 1996, Tompkins comparou o desenvolvimento dentário de três grupos étnicos distintos. Foram selecionadas radiografias de caucasianos franco-canadianos, negros sul-africanos e nativos americanos pré-históricos num total de 1335 indivíduos analisados. Os dentes nas radiografias foram avaliados de acordo com seus estádios de calcificação utilizando o sistema de scores de Demirjian et al.. Os resultados demonstraram que havia uma significativa diferença entre o desenvolvimento dentário entre os três grupos comprovando a necessidade de realização de estudos específicos para os diversos grupos étnicos, de acordo com o que foi preconizado por Moraes, em 1973 (Tompkins, 1996).

Todavia, apesar dos avanços nas pesquisas sobre a correlação entre idade óssea e a idade dentária, estudos recentes têm demonstrado que os métodos baseados apenas na idade dentária têm as suas limitações. Tassi et al. (2007) realizaram um trabalho cujo objetivo foi verificar a possível relação entre a exfoliação do segundo molar decíduo com o surto de crescimento. Mas, nenhuma relação significativa foi encontrada corroborando as pesquisas anteriores que apontam a limitação dos métodos baseados apenas na idade dentária para determinar o período do surto de crescimento (Tassi, Franchi, Baccetti, & Barbato, 2007).

Franchi et al. (2008) realizaram um estudo com o objetivo de analisar a relação entre a maturidade esquelética e as quatro fases da dentição (dentição mista precoce, dentição mista intermédia, dentição mista tardia e dentição permanente precoce). A amostra inicial foi composta por 1000 indivíduos dos quais foram selecionados 250 pacientes, 125 do sexo masculino e 125 do sexo feminino. A maturidade esquelética individual foi determinada utilizando o método da maturação das vértebras cervicais e revelou um desempenho diagnóstico satisfatório apenas para a fase da dentição mista precoce. As fases da dentição mista intermediária, mista tardia e permanente precoce apresentaram baixos valores de diagnóstico. Os autores concluíram que nem a dentição mista tardia nem a dentição permanente precoce parecem ser indicadores válidos como métodos de

diagnóstico para a previsão do surto de crescimento da puberdade (Franchi, Baccetti, Toffol, Polimeni, & Cozza, 2008).

Chen et al. (2010) realizaram um estudo que envolveu 302 crianças chinesas, 134 meninos e 168 meninas, entre os 8 a 16 anos de idade. O objetivo deste estudo foi investigar a associação entre a calcificação dentária e maturação esquelética das vértebras cervicais. A calcificação dentária foi avaliada através de ortopantomografias dos pacientes e os dentes utilizados como referência foram: canino inferior esquerdo permanente, primeiro e segundo molar permanentes. Para avaliação da maturação das vértebras cervicais foi utilizado o método CVM. Os autores concluíram que os estádios da calcificação dentária tem forte correlação com a maturação das vértebras cervicais, sendo que o desenvolvimento do segundo molar mandibular no sexo feminino teve uma correlação mais forte com a maturidade das vértebras cervicais enquanto no sexo masculino foi o canino inferior esquerdo que teve as correlações mais fortes com maturidade vertebral cervical (Chen, et al., 2010).

Também em 2010, Rózyło-Kalinowska, Kolasa-Raczka & Kalinowski realizaram um estudo com o propósito de investigar a correlação entre o método de Demirjian e o método CVM para diagnóstico da maturação das vértebras cervicais. A amostra foi composta por 718 crianças, 431 meninas e 287 meninos, entre os 6 e os 17 anos, habitantes da região de Mazovia, Polónia. A idade dentária foi estimada usando ortopantomografias e avaliação da maturação das vértebras nas radiografias cefalométricas laterais. Os autores observaram que o nível de correlação seguia o seguinte padrão: os dentes que mostraram o relacionamento mais elevado com o CVM eram os segundos pré-molares nas meninas e os caninos nos meninos, sendo o incisivo central que mostrou uma menor correlação entre ambos. Os autores concluíram que a calcificação dentária é um método fiável para determinar a maturidade esquelética (Rózyło-Kalinowska, Kolasa-Raczka, & Kalinowski, 2010).

Num artigo de revisão de literatura, Araújo et al. (2011) afirmaram que “*os indicadores do desenvolvimento dentário geral não podem ser considerados fiáveis para prever o estadio de maturação esquelética do indivíduo*” (Araújo, Cury-Saramago, & Motta, 2011, p. 100). De acordo com este estudo, a mineralização das raízes dos caninos inferiores apresentaram algum grau de correlação com outros marcadores ósseos para a previsão do surto de crescimento. Já os segundos pré-molares inferiores e os terceiros molares não demonstraram ser marcadores fiáveis.

Numa pesquisa científica que envolveu 400 meninas iranianas entre os 8 e os 14 anos de idade, Valizadeh et al. (2013) investigaram a correlação entre os estádios da calcificação dentária e a maturação das vértebras cervicais. Para determinar o estádio da calcificação dentária, foi utilizado o método de Demirjian e a maturação das vértebras foi avaliada em radiografias cefalométricas laterais de acordo com o método de Baccetti. Os autores concluíram que a correlação entre a calcificação dentária, em especial dos incisivos laterais, primeiros e segundos molares e a maturação das vértebras cervicais foi positivo, o que possibilita usar os estádios de calcificação dentária para o diagnóstico da idade óssea (Valizadeh, Eil, Ehsani, & Bakhshandeh, 2013).

No entanto, Perinetti, Lenarda & Contardo (2013) chegaram a um resultado diferente. Num estudo envolvendo 300 indivíduos saudáveis, 192 do sexo feminino e 108 do sexo masculino, entre os 6,8 e os 17,1 anos de idade, os autores analisaram o desempenho diagnóstico dos estádios de maturação dentária do canino inferior e segundo mandibular na identificação da fase de crescimento dos pacientes. O objetivo do estudo foi verificar a existência ou não de marcadores precisos nas fases da calcificação dentária que pudessem determinar em que fase do crescimento o indivíduo se encontra: pré-puberdade, puberdade ou pós-puberdade, sendo a calcificação dentária analisada pelo método de Demirjian. Os autores concluíram que o desempenho de diagnóstico de maturidade dentária apenas é fiável para a identificação da pré-puberdade e das fases de crescimento pós-puberdade. Portanto, para os autores, a calcificação dentária não é um método satisfatório para o diagnóstico do surto de crescimento da puberdade (Perinetti, Lenarda, & Contardo, 2013).

Surendran & Thomas (2014) realizaram um estudo que envolveu 150 crianças saudáveis, 79 do sexo masculino e 71 do sexo feminino, entre os 8 aos 16 anos. As fases de mineralização foram observadas através de ortopantomografias, tendo os autores concluído que a maturidade esquelética e dentária estão altamente correlacionadas. No entanto, a maturidade dentária mostrou-se limitada para determinar o aparecimento do surto de crescimento. Os estádios de maturação dentária dos dentes mandibulares mostram-se suficientemente satisfatórios apenas para a identificação da pré-puberdade e do crescimento pós-puberdade. Portanto, a utilidade clínica da idade dentária para a avaliação do tempo ideal para intervir numa maloclusão esquelética seria limitada a procedimentos de modificação de crescimento que começam antes do surto de crescimento (Surendra & Thomas, 2014).

Bagherpour, Pousti & Adelianfar (2014) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a associação entre as fases do desenvolvimento dentário e os estádios de maturidade esquelética observados na radiografia da mão e punho. Foram selecionados 52 pacientes, 26 do sexo masculino e 26 do sexo feminino, entre os 9-14 anos de idade da Faculdade de Medicina Dentária de Mashhad, Irão. As radiografias da mão e punho foram analisadas pelo método de Fishman e para os estádios da calcificação dentária foi utilizado o método de Demirjian nas ortopantomografias dos pacientes. Os resultados deste estudo mostraram que a correlação entre os estádios de calcificação dentária e a maturidade esquelética somente era significativa nos pacientes do sexo masculino (Bagherpour, Pousti, & Adelianfar, 2014).

Todavia, apesar de todos os esforços para estabelecer parâmetros fiáveis para a utilização da idade dentária como instrumento de diagnóstico, Perinetti et al. (2013) num trabalho de revisão sistemática quantitativa, concluíram que a maturidade dental não é recomendada para avaliar o tempo adequado para o tratamento da maloclusão. Através de uma pesquisa bibliográfica realizada usando o Medline, Lilacs e Scielo e Cochrane Library foram selecionados seis artigos considerados adequados aos critérios previamente estabelecidos pelos autores. Todos foram eficazes em demonstrar uma correlação positiva entre a maturidade dentária, o crescimento e o desenvolvimento do Ser Humano. No entanto, apesar destas correlações, o desempenho de idade dentária na identificação das fases de crescimento e, especialmente, do surto de crescimento da puberdade, é muito limitado (Perinetti, Westphalen, Biasotto, Salgarello, & Contardo, 2013).

3. Idade óssea determinada pela radiografia das vértebras cervicais

Outros métodos que vêm ganhando cada vez mais espaço entre a comunidade científica são aqueles que utilizam as vértebras cervicais observáveis na telerradiografia cefalométrica lateral para avaliar a maturação óssea e prever o surto de crescimento da puberdade.

Este interesse pelas alterações que ocorrem no tamanho e na forma das vértebras remontam as primeiras décadas do século XX com os estudos de Todd & Pyle (1928) e Lanier (1939) (Lara, 2006).

Foi através do estudo de Lamparski (1972) que os conhecimentos acerca destas modificações nas vértebras cervicais passaram a ter valor de diagnóstico objetivo com aplicação na medicina dentária. Observando as mudanças na forma e tamanho das vértebras cervicais em telerradiografias em norma lateral, o estudo concluiu que pelas modificações anatómicas entre a C2 e C6 era possível avaliar a idade esquelética de um indivíduo. Este estudo criou seis estádios de maturação, e confirmou ser este um método válido e fiável, apresentando mesmo valor clínico que o método de Greulich e Pyle. Este método apresenta ainda a vantagem de redução da exposição do paciente à radiação, uma vez que elimina a necessidade de radiografia adicional da mão e punho (Lamparski, 1975).

Em 1988, O'Reilly & Yanniello, num estudo envolvendo treze pacientes do sexo feminino, dos 9 aos 13 anos, utilizaram telerradiografias em norma lateral associadas ao método de Lamparski para investigar a relação dos estádios de maturação das vértebras cervicais com as mudanças de crescimento da mandíbula. Os autores concluíram existir tal relação e que os estádios de 1 a 3 ocorriam antes do pico de crescimento da mandíbula, com os estádios 2 e 3 ocorrendo um ano antes do referido pico (O'Reilly & Yanniello, 1988).

Em 1995, Hassel & Farman propuseram modificações no método de Lamparski (1975). Observando somente as vértebras C2, C3 e C4, definiram seis Indicadores de Maturação das Vértebras Cervicais (CVMIs), e esses indicadores foram comparados com os Indicadores de Maturação Esquelética (SMI) propostos por Fishman (1982) no seu método baseado na radiografia da mão e punho. Os autores estabeleceram com sucesso uma correlação entre as fases de ossificação das vértebras e as fases de ossificação dos ossos da mão e punho, classificando-as em seis categorias (Hassel & Farman, 1995).

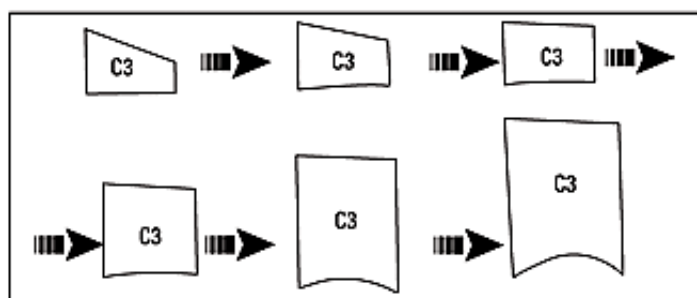


Figura 9. Esquema das seis categorias propostas por Hassel & Farman para análise da maturação das vértebras cervicais (Hassel & Farman, 1995).

Categoria 1 – INICIAÇÃO. Corresponde ao SMI 1 e 2 no método proposto por Fishman, 1982. Nesta fase do desenvolvimento das vértebras as bordas inferiores da C2, C3 e C4 estão planas ou achatadas e as bordas superiores de C3 e C4 estão afuniladas de posterior para anterior. Existe uma expectativa de grande quantidade de crescimento (80% a 100%).



Figura 10. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de iniciação (Adaptado de Santos, Bertoz, Arantes, & Reis, 2005)

Categoria 2 – ACELERAÇÃO. Corresponde ao SMI 3 e 4. Início do desenvolvimento das concavidades nas bordas inferiores de C2 e C3 e borda inferior de C4 está plana ou achatada. As vértebras C3 e C4 apresentam formatos tendendo a retangulares. Existe uma expectativa de crescimento significativa (65% a 85%).



Figura 11. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de aceleração (Adaptado de Santos, Bertoz, Arantes, & Reis, 2005).

Categoria 3 – TRANSIÇÃO. Corresponde ao SMI 5 e 6. Presença de concavidades distintas nas bordas inferiores de C2 e C3. Início do desenvolvimento de uma concavidade na borda inferior da C4. As vértebras C3 e C4 apresentam-se retangulares em seu formato, dando uma expectativa moderada de crescimento (25% a 65%).



Figura 12. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de transição (Adaptado de Santos, Bertoz, Arantes, & Reis, 2005).

Categoria 4 – DESACELERAÇÃO. Corresponde ao SMI 7 e 8. Presença de concavidades distintas nas bordas inferiores de C2, C3 e C4. O formato da C3 e C4 aproximando-se de um quadrado representa uma expectativa reduzida de crescimento (10% a 25%).



Figura 13. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de desaceleração (Adaptado de Santos, Bertoz, Arantes, & Reis, 2005).

Categoria 5 – MATURAÇÃO. Corresponde ao SMI 9 e 10. Presença de concavidades acentuadas nas bordas inferiores de C2, C3 e C4. Este formato quadrado das vértebras C3 e C4 dá-nos como expectativa uma quantidade insignificante de crescimento (5% a 10%).



Figura 14. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de maturação (Adaptado de Santos, Bertoz, Arantes, & Reis, 2005).

Categoria 6 – FINALIZAÇÃO. Corresponde ao SMI 11. Presença de concavidades profundas nas bordas inferiores de C2, C3 e C4. Verificando-se que a altura das vértebras C3 e C4 ultrapassam a sua largura, consideramos que nesta fase o crescimento está completo.



Figura 15. Visualização das vértebras C2, C3 e C4 na fase de finalização (Adaptado de Santos, Bertoz, Arantes, & Reis, 2005).

Santos et al. (1998) fizeram estudo utilizando 77 radiografias cefalométricas em norma lateral de indivíduos do sexo masculino e do feminino, com faixa etária compreendida entre 8 anos e 5 meses e 16 anos e 5 meses. A avaliação da idade óssea foi realizada segundo o método descrito por Hassel e Farman (1995). O estudo tinha o objetivo de verificar a aplicabilidade e a eficácia do método de avaliação de maturação óssea por meio das vértebras cervicais. Os autores demonstraram a reprodutibilidade do método tanto em relação a um mesmo examinador como a examinadores diferentes. Todos os examinadores avaliados afirmaram que era possível observar as alterações progressivas no formato das vértebras cervicais, mas que ao classificar um estadio específico de maturação, notaram certa dificuldade. As variações nos scores atribuídos variaram em apenas um estadio de maturação, o que pode ser considerado aceitável. Concluíram assim que nenhum método de avaliação de idade óssea deve ser utilizado isoladamente, deve reunir-se a maior quantidade de dados fornecidos por outros métodos para que um resultado mais fiável possa ser alcançado (Santos, Almeida, Henriques, Bertoz, & Almeida, 1998).

Kucukkeles et al. (1999) compararam o índice de maturação das vértebras cervicais desenvolvido por Hassel & Farman (1995) e os índices de Fishman (1982) para radiografias da mão e punho. A amostra do estudo era composta por radiografias cefalométricas laterais e da mão e punho pertencentes a 180 crianças, 99 do sexo feminino e 81 do masculino, com idades entre 8 – 18 anos. Os testes intra e inter observadores revelaram que a reprodutibilidade foi maior no método da mão e punho, ressaltando que os observadores não estavam familiarizados com o método das vértebras cervicais. Encontraram alto nível de concordância entre os observadores na determinação dos estadios antes do pico do surto de crescimento e pós-pico de crescimento. O mesmo não aconteceu com a fase de pico, afirmando que esta situação ocorre com a maioria dos métodos de avaliação de idade óssea. Portanto, o uso do método das vértebras cervicais requer atenção quando a determinação do pico de crescimento da puberdade é necessária, e a utilização dos indicadores presentes nas vértebras cervicais para avaliação da maturação óssea pode reduzir a necessidade de exposições radiográficas adicionais (Kucukkeles, Acar, Biren, & Arun, 1999).

Franchi et al. (2000) realizaram um estudo envolvendo 24 indivíduos, 15 do sexo feminino, 9 do sexo masculino cujo objetivo foi analisar a validade do método da maturação das vértebras cervicais enquanto meio de diagnóstico para avaliação do

crescimento e desenvolvimento mandibular. Neste estudo, os autores utilizaram os seis estádios de O'Reilly & Yanniello (1988) para estabelecer o desenvolvimento de cinco vértebras cervicais (C2, C3, C4, C5 e C6), tendo os autores concluído que a maturação das vértebras cervicais parece ser um método adequado para a avaliação da maturidade esquelética mandibular em pacientes individuais com base numa única observação cefalométrica e sem exposição adicional a radiação. A precisão do método baseado nas vértebras cervicais na detecção do aparecimento do surto de crescimento da puberdade fornece indicações úteis sobre a temporização do tratamento das maloclusões (Franchi, Baccetti, & McNamara, 2000).

Dois anos mais tarde, Baccetti et al. (2002) realizaram um estudo tendo como ponto de referência o trabalho de Franchi (2000). O objetivo deste trabalho foi apresentar uma alternativa ao método de Franchi, ora denominado CVM. Para a detecção do pico do crescimento mandibular os autores desenvolveram um método com base na análise de três vértebras (C2, C3 e C4) e não cinco como no método anterior. A amostra do estudo foi constituída por 30 pacientes que apresentavam documentação ortodôntica com 6 telerradiografias consecutivas. A proposta dos autores levou a uma revisão do método CVM. Este novo método proposto apresenta cinco estádios de maturação em vez de seis, o pico de crescimento mandibular ocorre entre os estádios II e III. O estágio V é registado pelo menos dois anos após o pico. As grandes vantagens desta nova versão do método CVM residem na simplificação do método anterior o que minimiza as margens de erro e na redução do número de vértebras necessárias para a análise. Esta segunda vantagem tem grande relevância uma vez que as vértebras C2, C3 e C4 geralmente são visíveis numa telerradiografia cefalométrica em norma lateral mesmo quando o colar protetor de radiação é usado (Baccetti, Franchi, & McNamara, 2002).

No entanto, Baccetti et al. (2005) fizeram uma revisão ao método e modificaram a proposta inicial de cinco para seis estádios (Estádio Cervical – EC – 1 a 6). A principal alteração foi em relação a detecção do EC 2 que indica que o surto de crescimento está a aproximar-se e que se iniciará no EC 3, ou seja, aproximadamente um ano após o EC 2. Os autores também concluíram que o crescimento ativo está completo quando o EC 6 é atingido. Neste estudo a morfologia das três vértebras cervicais (C2, C3 e C4) foi avaliada por inspeção visual por dois examinadores em seis exames cefalométricos consecutivos. A percentagem de concordância entre eles foi de 96,7%, o que atesta a fiabilidade do método (Baccetti, Franchi, & McNamara, 2005).

Jaqueira et al. (2010) realizaram um estudo cujo objetivo foi comparar o uso de três métodos de avaliação de vértebras cervicais para diagnosticar o estadio de maturação esquelética: Hassel & Farman, Baccetti et al. e Seedat & Forsberg. Para este estudo foram selecionadas aleatoriamente 23 telerradiografias de perfil de pacientes em tratamento ortodôntico. Cada radiografia foi analisada em três ocasiões diferentes por quatro avaliadores utilizando as referências estabelecidas por cada um dos três métodos. Foram observados bons níveis de concordância entre os avaliadores. Os autores concluíram que os três métodos demonstram aplicabilidade clínica. No entanto, o método proposto por Baccetti et al. alcançou os melhores resultados, seguido pelo método de Hassel & Farman e, por último, o método de Seedat & Forsberg (Jaqueira, Armond, Pereira, Alcântara, & Marques, 2010).

Apesar do desenvolvimento de diversos métodos baseados na observação das vértebras cervicais para a determinação das fases do surto de crescimento da puberdade, estudos recentes de revisão sistemática e metanálise apontam para algumas limitações importantes. Santiago et al. (2012) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de avaliar a confiabilidade da maturação das vértebras cervicais na predição do surto de crescimento da puberdade. De um total de 23 artigos selecionados pelos critérios dos investigadores, apenas 6 revelaram moderada ou alta qualidade metodológica. Os autores concluíram que, embora alguns estudos apresentem níveis consideráveis de reprodutibilidade e indiquem que a maturação das vértebras cervicais mostra boa correlação com os métodos assentes na análise das radiografias da mão e punho, estes parâmetros não são suficientes para determinar a validade do método. Ainda segundo os autores, conclusões baseadas em seis artigos, que apontam para um baixo nível de evidência são suficientes para pôr em causa a confiabilidade do método sugerindo que mais estudos com precisão adequada, reprodutibilidade e análise de correlação, incluindo estudos com análise de sensibilidade e especificidade adequada, devem ser realizados (Santiago, et al., 2012).

Cericato, Bittencourt & Paranhos (2015) realizaram também uma revisão sistemática sobre o tema, selecionando 19 artigos de um total inicial de 206. Os resultados da metanálise mostraram que cada artigo selecionado apresentou uma correlação positiva entre a avaliação da maturação esquelética realizada por vértebras cervicais e os métodos assentes nas radiografias da mão e punho, com a diferença de valores entre os sexos, indicando correlação mais elevada para o sexo feminino do que para o masculino. Quando

a avaliação foi realizada sem distinção de gênero, a correlação foi significativa, porém menor do que nos casos em que os gêneros foram separados. Os autores concluíram que é seguro afirmar que os métodos de Hassel & Farman e de Bacetti são confiáveis para substituir a radiografia da mão e punho na previsão do surto de crescimento da puberdade, considerando que os maiores valores foram encontrados em amostras para o sexo feminino, especialmente no método por Hassel e Farman. Entretanto, os autores também concluíram que algumas questões, tais como a reprodutibilidade dos métodos avaliados e a possibilidade de avaliar o crescimento e o desenvolvimento do indivíduo ainda não foram clarificadas, de modo que a realização de estudos mais específicos ainda são necessários. Portanto, os métodos baseados nas modificações dos ossos do carpo continuam sendo o padrão ouro (Cericato, Bittencourt, & Paranhos, 2015).

4. Caracteres sexuais secundários

Conforme foi referido na introdução deste trabalho, o crescimento e desenvolvimento do Ser Humano, após o seu nascimento, ocorre de forma não-linear, com velocidades variáveis de acordo com a fase da vida e é marcado por três etapas onde o crescimento é mais acentuado. Este processo é influenciado também por fatores externos tais como, nutrição, aspectos psicossociais e ambientais, bem como a ação hormonal predominante em cada fase (Tanner, 1973).

O crescimento intrauterino é composto por uma fase inicial (embrionária) onde ocorre intensa multiplicação celular. Nesta fase, o desenvolvimento somático chega a valores da ordem de 10 cm por mês (entre o quarto e quinto meses de gestação). Após este período inicial de elevado crescimento em estatura, a velocidade de crescimento dá lugar a uma fase de menor crescimento, todavia marcada por um maior ganho de peso. Portanto, sabe-se hoje que a aceleração do crescimento intrauterino ocorre na primeira metade da gestação, havendo uma desaceleração no final da gestação (Lourenço & Queiroz, 2010).

De acordo com Lourenço & Queiroz (2010), ao nascer, o Ser Humano apresenta elevada velocidade de crescimento, porém já em desaceleração identificando os autores as seguintes fases onde o crescimento e desenvolvimento são mais acentuados:

Fase 1 (fase lactente): fase de crescimento rápido, porém em desaceleração. A velocidade de crescimento do primeiro ano de vida é a mais alta da vida extrauterina e é cerca de 25 cm/ano, reduzindo-se nos dois primeiros anos de vida;

Fase 2 (infância propriamente dita): fase de crescimento lento, mais estável e constante. A velocidade média varia de 4 a 6 cm/ano.

Fase 3 (puberdade): novamente uma fase de crescimento rápido, com aceleração e posterior desaceleração, até ao término do processo de crescimento.

Entretanto, a puberdade não é marcada apenas por este terceiro surto de crescimento, mas também é caracterizada pelas mudanças biológicas que se manifestam na adolescência e representam para o Ser Humano, o início da capacidade reprodutiva. É na puberdade que ocorrem todas as modificações físicas principais de transição da infância para a idade adulta. Estas transformações têm caráter universal representando um fenômeno comum a todos os indivíduos nesta fase do crescimento e desenvolvimento. Uma vez que estes fenômenos são universais e passíveis de observação, têm sido efetuadas diversas tentativas de utilizá-los como instrumentos de diagnóstico e previsão do surto de crescimento da puberdade (Lourenço & Queiroz, 2010).

Tanner (1962) sistematizou a sequência do desenvolvimento das características sexuais secundárias no adolescente, descrevendo os estádios de maturação sexual que são classificando-os desde o estadio 1 (infantil) ao estadio 5 (adulto), estes podem ser observado através da inspeção durante o exame físico. Os fatores utilizados como critérios de classificação são o desenvolvimento mamário (M) e a pilosidade pubiana (P) para o sexo feminino, e o desenvolvimento da genitália externa (G) e da pilosidade pubiana (P) para o sexo masculino. Portanto, para Tanner a classificação segue os seguintes critérios (Tanner, 1973):

Desenvolvimento mamário – sexo feminino

M1 – Mama infantil, com elevação somente da papila.

M2 – Broto mamário. Forma-se uma saliência pela elevação da aréola e da papila. O diâmetro da aréola aumenta e há modificação na sua textura. Há um pequeno desenvolvimento glandular subaureolar.

M3 – Maior aumento da mama e da auréola, sem separação dos seus contornos. O tecido mamário extrapola os limites da auréola.

M4 – Maior crescimento da mama e da auréola, sendo que esta forma uma segunda saliência acima do contorno da mama (duplo contorno).

M5 – Mama de aspeto adulto, em que o contorno aureolar novamente é incorporado ao contorno da mama.

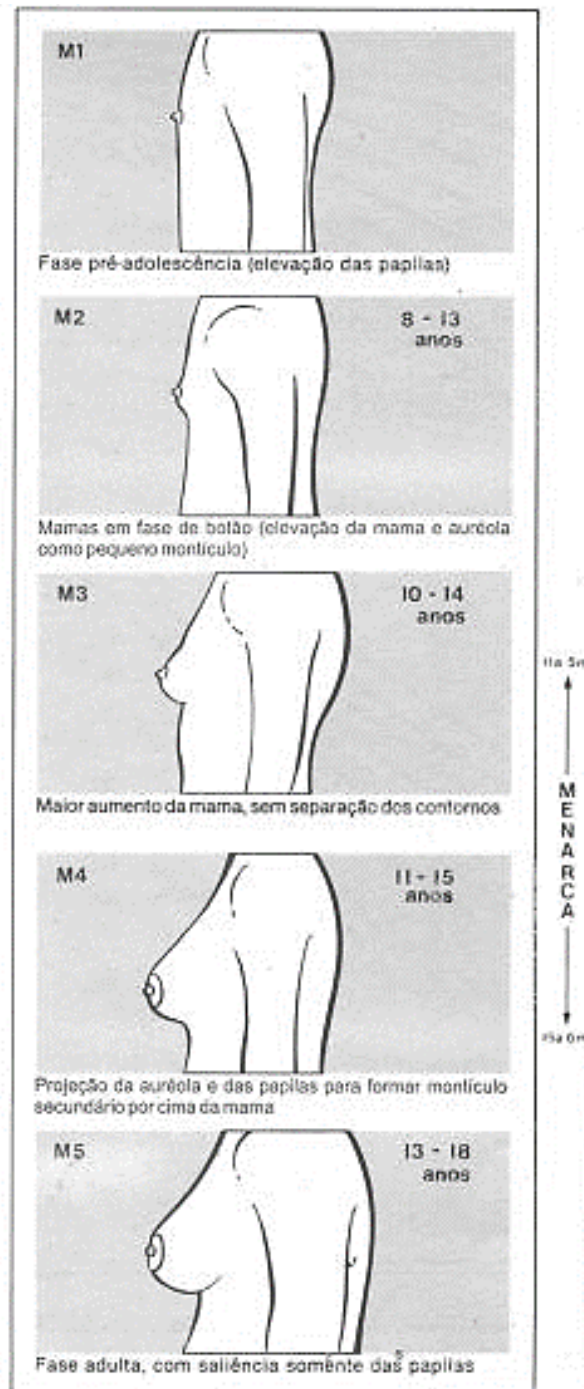


Figura 16. Critérios de Tanner no desenvolvimento das mamas (Adaptado do website Ebah, 2015).

Desenvolvimento genital – sexo masculino

G1 – Testículos, escroto e pênis de tamanho e proporções infantis.

G2 – Aumento inicial do volume testicular (3-4 ml). Pele do escroto muda de textura e torna-se avermelhada. Pequeno aumento do pênis.

G3 – Crescimento do pênis em comprimento. Aumento dos testículos e do escroto.

G4 – Aumento do pênis, principalmente em diâmetro e desenvolvimento da glândula. Maior crescimento de testículos e escroto, cuja pele torna-se mais enrugada e pigmentada.

G5 – Desenvolvimento completo do aparelho genital, que assume características adultas.

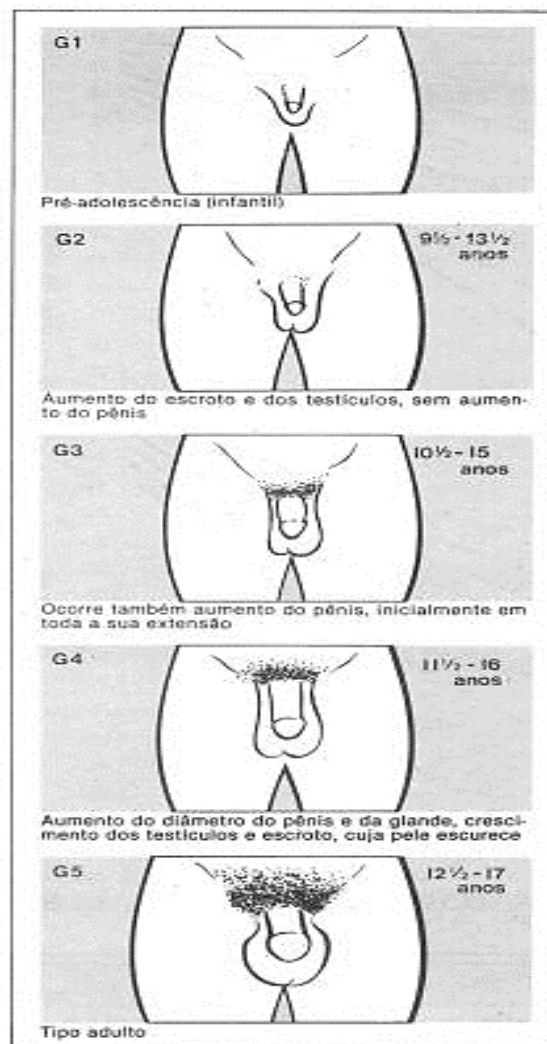


Figura 17. Critérios de Tanner no desenvolvimento genital masculino (Adaptado do website Ebah, 2015).

Pilosidade pubiana – ambos os sexos

P1 – Ausência de pêlos púbicos. Pode existir uma leve penugem, semelhante à observada na parede abdominal.

P2 – Aparecimento de pêlos púbicos longos e finos, levemente pigmentados, lisos ou pouco encaracolados, ao longo dos grandes lábios e na base do pênis.

P3 – Maior quantidade de pêlos mais grossos, escuros e encaracolados, espalhando-se esparsamente na região púbica.

P4 – Pêlos do tipo adulto, cobrindo mais densamente a região púbica, mas sem atingir a face interna das coxas.

P5 – Pilosidade púbica igual à do adulto, em quantidade e distribuição, invadindo a face interna da coxa.

Algumas pessoas podem apresentar extensão dos pêlos pela linha alba, acima da região púbica, constituindo-se o estadio P6.

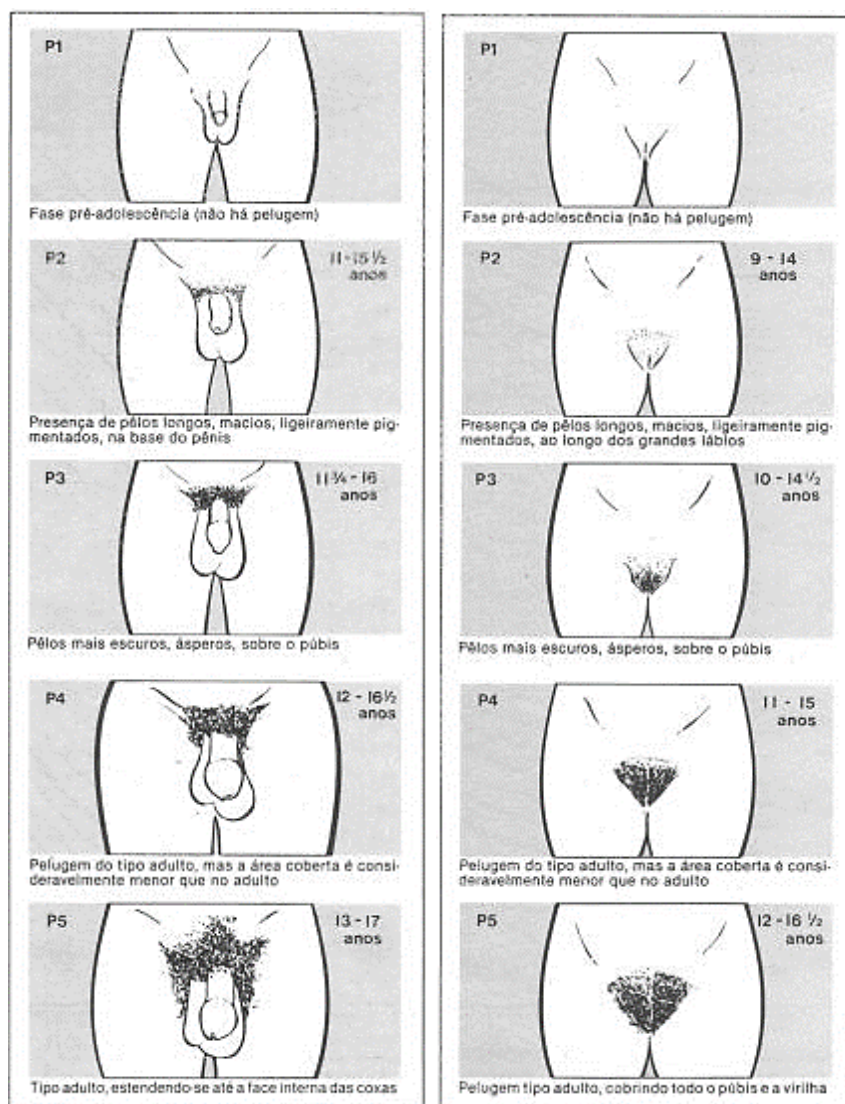


Figura 18. Critérios de Tanner no desenvolvimento das pilosidades pubianas em ambos os sexos (Adaptado do website Ebah, 2015).

Para Collaço (1980) a menarca, que tem fortes relações com o final do pico de crescimento, é o acontecimento principal da puberdade nos indivíduos do sexo feminino e a idade do seu aparecimento tem decaído nos países da Europa Ocidental (Collaço, 1980).

Segundo Vellini-Ferreira (2010) a primeira menstruação é um excelente indicativo de que o surto de crescimento da puberdade está perto do final. Quando o médico dentista tem conhecimento desta informação poderá evitar a realização de exames radiográficos. Ainda segundo o autor, e em concordância com Collaço (1980), nos países industrializados a idade em que a menarca ocorre vem diminuindo com o tempo. Os fatores que têm antecipado este evento podem estar relacionados com uma melhor

nutrição, melhor controlo das doenças, maior exposição ao sol com absorção de vitamina D e maior estimulação psicossocial (Vellini-Ferreira, 2010).

Kase & Weingold (1987) realizou um estudo envolvendo pacientes norte americanas do sexo feminino onde descreveram que a menarca ocorreu entre os 9,1 e os 17,7 anos, com média de 12,8 anos. O surto de crescimento de uma menina ocorre em média dois anos antes dos meninos na mesma faixa etária. Em média o pico de crescimento nas meninas ocorre um ano depois do início do desenvolvimento mamário, e um ano e meio antes da menarca. As exigências hormonais para esta velocidade aumentada de crescimento incluem as hormonas de crescimento e o estrogénio. A relação entre a menarca e o surto de crescimento é relativamente fixa, ocorrendo a menarca após o pico do surto. A velocidade de crescimento diminui após a ocorrência da menarca, sendo que este crescimento não totaliza mais do que cerca de 5 cm após o início da menstruação (Kase & Weingold, 1987).

Lai et al. (2008) realizaram um estudo que envolveu 304 pacientes do sexo feminino entre os 8 anos e os 18,9 anos. Elas foram selecionados a partir dos arquivos do Departamento nacional de ortodontia de Taiwan. O objetivo do trabalho foi avaliar, através de radiografias da mão e punho e telerradiografias de perfil, a relação entre a idade da menarca e a maturação esquelética das pacientes. Os autores concluíram que a menarca geralmente ocorre cerca de 1 ano após o surto de crescimento (Lai, et al., 2008).

Lourenço & Queiroz (2010) num trabalho de revisão da literatura concluíram que as diferentes fases do surto de crescimento da puberdade se relacionam com os outros fenómenos da puberdade, como a maturação sexual. Os autores verificaram que no sexo feminino, o início da puberdade (M2) coincide com o início surto em sua fase de aceleração, atingindo o pico de crescimento em M3 e desacelerando em M4, momento em que geralmente ocorre a menarca. Já no sexo masculino os autores verificaram que o início da puberdade (G2) ocorre ainda num momento de velocidade de crescimento estável compatível com a fase de crescimento da infância. O início do surto de crescimento geralmente ocorre apenas no estadio de G3, e o pico de velocidade de crescimento, em G4, quando se inicia a desaceleração do crescimento (Lourenço & Queiroz, 2010).

Araújo et al. (2011) afirmam que a maturação esquelética e o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários estão estritamente correlacionados. De acordo com este

trabalho, no sexo masculino a mudança de voz e o desenvolvimento de bigode e barba ocorrem com frequência no início do surto de crescimento. Já o aparecimento dos pêlos púbicos e axilares e o crescimento do pênis e dos testículos anunciam o pico do surto de crescimento. No sexo feminino, o aumento das mamas e a menarca, indicam o final do surto de crescimento, ocorrendo o pico do surto de crescimento em média um ano antes da menarca (Araujo, Cury-Saramago, & Motta, 2011).

Gasser et al. (2013) fizeram um estudo envolvendo 232 pacientes, 120 do sexo masculino e 112 do sexo feminino. Todos foram acompanhados desde o nascimento até a idade adulta. O estudo procurou estabelecer a correlação entre o surto de crescimento da puberdade e o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários tais como, o aparecimento dos pêlos púbicos, o desenvolvimento dos órgãos genitais, das mamas e a menarca. Os autores concluíram que a variabilidade de marcos púberes a serem utilizados para um correto diagnóstico e acompanhamento da curva de crescimento da puberdade é pequena quando comparados aos marcadores ósseos. Entretanto, as correlações foram grandes entre parâmetros utilizados para a observação crescimento ósseo e os estadios de aparecimento dos pêlos púbicos e também com menarca nas pacientes do sexo feminino. Nos pacientes do sexo masculino, além da correlação positiva encontrada entre crescimento ósseo e aparecimento dos pêlos púbicos, os autores também observaram correlações entre o desenvolvimento dos testículos e o crescimento ósseo (Gasser, Molinari, & Largo, 2013).

Cole et al. (2014) realizaram um trabalho cujo objetivo foi avaliar a intensidade e velocidade do crescimento e desenvolvimento de 103 meninos e 74 meninas tendo como base os estadios de desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários conforme descritos por Tanner (1962). Foram analisados os dados sobre altura, fase genital, desenvolvimento das mamas, estadio dos pelos pubianos, volume dos testículos e a menarca. Os autores concluíram que os marcadores sexuais foram mais eficazes nas pacientes do sexo feminino em determinar a velocidade e o pico do surto de crescimento em comparação com os pacientes do sexo masculino e que o aumento do volume testicular é um bom marcador para medir a velocidade do crescimento somático em pacientes do sexo masculino (Cole, Pan, & Butler, 2014).

5. Tomografia computadorizada de feixe cônico

Conforme tem sido visto ao longo desta revisão de literatura vários métodos de avaliação da idade óssea foram propostos. Os mais difundidos utilizam radiografias da mão e punho. Entretanto, os métodos de avaliação da idade óssea baseados na observação das alterações que ocorrem nas vértebras cervicais vem ganhando cada vez mais espaço devido a redução do número de exames solicitado ao paciente e a redução da exposição à radiação ionizante.

Atualmente, com o advento da tomografia computadorizada de feixe cônico alguns trabalhos têm sido feitos com o objetivo de explorar o grande potencial deste exame em oferecer informações complementares superiores às radiografias convencionais já que a tomografia permite a reprodução de uma secção do corpo humano em qualquer um dos três planos do espaço, dando noção de volume e profundidade (Zamora, Llamas, Cibrián, Gandia, & Paredes, 2011).

A tomografia computadorizada em feixe cônico fornece informações importantes para o diagnóstico e planeamento por meio de apenas uma incidência em substituição a exames como a ortopantomografia, telerradiografia de perfil em norma lateral e a radiografia oclusal com aplicações em diversas áreas da medicina dentária tais como: (1) na avaliação do posicionamento tridimensional de dentes retidos e extranumerários; (2) no planeamento de implantes e micro implantes; (3) na avaliação de assimetrias faciais e das vias aéreas; (4) nas avaliações cefalométricas e (5) na avaliação do grau de reabsorção de dentes adjacentes a caninos retidos. Além destas aplicações, a tomografia computadorizada em feixe cônico também facilita a avaliação das alterações que ocorrem nas vértebras cervicais ao longo do crescimento e desenvolvimento, sendo utilizada também para fazer estimativas da idade óssea (Zamora, Llamas, Cibrián, Gandia, & Paredes, 2011).

Shi et al. (2007) realizaram um estudo com o objetivo de tentar reconstruir as vértebras C1, C2 e C3 em 3 dimensões, por meio de um algoritmo de segmentação automática. Para isto eles utilizaram tomografias computadorizadas em feixe cônico. Os autores concluíram que as análises em 3 dimensões das características morfológicas coincidiram com os achados encontrados em análises convencionais. Portanto, eles afirmaram ser possível a abordagem em 3D da idade biológica dos pacientes em

tratamento ortodôntico utilizando as vértebras cervicais em associação com este exame tomográfico (Shi, Scarfe, & Farman, 2007).

Kumar et al. (2008) compararam as medidas de imagens cefalométricas laterais obtidas a partir de tomografias computadorizadas em feixe cônico com medidas obtidas de radiografias cefalométricas laterais convencionais de 31 indivíduos. Foi utilizado o programa informático Dolphin 3D para o tratamento das imagens tomográficas. Na comparação entre as medições feitas nas imagens tomográficas e nas radiográficas não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, com a exceção do ângulo do plano Frankfurt-mandibular. Os autores concluíram que as medições obtidas a partir da tomografia são semelhantes às baseadas em imagens radiográficas convencionais, e em casos de imagens ambíguas, as imagens tomográficas fornecem uma delimitação mais precisa resultando em medições diferentes das obtidas nas radiografias convencionais (Kumar, Ludlow, Cevdanes, & Mol, 2008).

Fernandes (2009) analisou e comparou os estádios de maturação esquelética por meio do método modificado descrito por Baccetti, 2005, em radiografias cefalométricas laterais convencionais e tomografias computadorizadas de feixe cônico de 42 pacientes. Em seu trabalho o autor utilizou o programa informático Dolphin Imaging no tratamento das imagens tomográficas e gerando as reconstruções de perfil por meio da ferramenta 3D, em seguida as medições lineares foram realizadas no mesmo programa. O autor concluiu que as alterações nas medições lineares das vértebras não interferiram na classificação do estádio da maturação esquelética, portanto a reconstrução de perfil a partir de tomografias computadorizadas em feixe cônico pode substituir as radiografias cefalométricas convencionais para esse tipo de análise (Fernandes, 2009).

Zamora et al. (2011) realizaram um estudo com um duplo propósito: (1) avaliar se os valores das medidas realizadas em reconstruções em 3 dimensões das tomografias computadorizadas de feixe cônico são comparáveis com as medidas realizadas em imagens em 2 dimensões de radiografias convencionais; (2) e verificar se existem diferenças nos valores obtidos nas medidas entre dois diferentes tipos de programas informáticos para o tratamento das imagens tomográficas. Para o estudo foram selecionados 8 indivíduos com radiografias cefalométricas convencionais em norma lateral e tomografia computadorizada de feixe cônico. Para as reconstruções em 3 dimensões foram utilizados dois diferentes programas informáticos: NemoCeph 3D e InVivo5. Um observador realizou 10 medições angulares e 3 medições lineares em cada

um dos 3 tipos de registo em 2 ocasiões diferentes. Após a análise dos resultados os autores concluíram que não houve diferenças estatisticamente significativas para as medições angulares e lineares entre as imagens radiográficas e tomográficas para qualquer medida com níveis de correlação elevados para todas as medições e ainda que não houve qualquer diferença estatisticamente significativa entre as medidas angulares ou lineares usando os dois programas informáticos para as imagens tomográficas (Zamora, Llamas, Cibrián, Gandía, & Paredes, 2011).

Joshi et al. (2012) compararam a maturação das vértebras cervicais avaliada a partir de tomografia computadorizada de feixe cónico com o método de maturação da mão e punho e maturação das vértebras cervicais avaliada por meio de radiografias convencionais. O material do estudo consistiu em 100 indivíduos, de 3 a 35 anos, que possuíam a tomografia computadorizada de feixe cónico, radiografia da mão e punho e telerradiografia de perfil. A avaliação da maturação esquelética da mão e punho foi feita com base em indicadores de maturidade esquelética proposto por Fishman (1982). O índice de maturação das vértebras cervicais foi avaliado na radiografia cefalométrica lateral e na tomografia computadorizada de feixe cónico pelo método de Hassel e Farman (1995). Foi observada uma relação significativa entre ambos exames. Os autores concluíram que a avaliação da maturação das vértebras com tomografia computadorizada de feixe cónico fornece uma avaliação fiável do surto de crescimento e, portanto, pode ser usada para avaliar a maturação óssea (Joshi, et al., 2012).

Byun et al. (2015) realizaram um estudo que envolveu 74 meninas coreanas entre os 6 e os 18 anos de idade. Os autores analisaram a correlação entre o estado de maturação esquelética do processo odontoide / corpo da segunda vértebra e os corpos de terceira e quarta vértebras cervicais para estimar a idade óssea das pacientes. Foram usadas radiografias da mão e punho como padrão para determinar a idade óssea e tomografias computadorizadas de feixe cónico foram obtidas para demarcar o processo odontoide e o corpo da segunda vértebra cervical e as vértebras C3 e C4. A maturação das vértebras cervicais foi analisada pelo método CVM. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada de feixe cónico foi eficaz em estimar o estado de maturação esquelética (Byun, Kim, Yamaguchi, Maki, & Son, 2015).

6. Exames laboratoriais

Segundo Jain, Jain, Deoskar & Prasad (2013) os métodos radiográficos possuem duas limitações importantes. Em primeiro lugar, são técnicas altamente subjetivas porque dependem essencialmente da capacidade do profissional de identificar as modificações nas estruturas anatómicas que indicam em que fase do crescimento e desenvolvimento o indivíduo encontra-se e, em segundo lugar, são métodos que envolvem exposição à radiação. Desta forma, mais recentemente, as pesquisas científicas têm-se voltado para métodos adicionais que minimizem a exposição do paciente à radiação e que proporcionem meios de diagnóstico baseados em valores objetivos. Neste sentido foram realizados alguns estudos na tentativa de utilizar os níveis de fosfatase alcalina do fluido gengival crevicular como um biomarcador não invasivo para a identificação do surto de crescimento da puberdade. No entanto, verificou-se que este método ainda possui algumas limitações tais como, a dificuldade de recolha de quantidades adequadas do fluido para estabelecer valores de diagnóstico e a interferência de algumas patologias que alteram os níveis da substância no fluido. (Jain, Jain, Deoskar, & Prasad, 2013).

Um método laboratorial que se mostra bastante promissor reside na observação das taxas sanguíneas de IGF-1 (fator de crescimento semelhante à insulina-1). O IGF-1 é um dos principais mediadores das ações da hormona de crescimento no corpo humano. Masoud et al. (2009) realizaram um estudo cujo objetivo foi estabelecer uma relação entre os níveis sanguíneos de IGF-1 coletados de 84 pacientes, 45 do sexo feminino e 39 do sexo masculino, entre os 5 e os 25 anos de idade com suas respectivas radiografias da mão e punho. Os autores observaram que os níveis de IGF-1 foram maiores nos pacientes que se encontravam na fase do surto de crescimento da puberdade, estes níveis foram significativamente maiores do que nas fases pré ou pós-puberdade. No grupo pós-puberdade, os níveis sanguíneos de IGF-1 ficaram cada vez menores conforme os pacientes afastavam-se cronologicamente do início da puberdade. Contudo, os autores concluíram que dados longitudinais são necessários para confirmar a utilidade deste método para prever o tempo, a intensidade, e o final do surto de crescimento (Masoud, et al., 2009).

Jain, Jain, Deoskar & Prasad (2013) realizaram um estudo com o objetivo verificar a relação entre os níveis de IGF-1 séricos com a maturação das vértebras cervicais. Para este estudo foram selecionados 45 pacientes do sexo masculino que estivessem entre as

fases 3 a 5 (CS3, CS4 e CS5) do método de Bacetti et al. para avaliação das vértebras cervicais. Os níveis séricos de IGF-1 foram estimados a partir do método de imunoenensaio quimioluminescente aplicado às amostras de sangue dos pacientes mostrando boa associação com as respectivas idade esqueléticas. Os autores concluíram que os níveis de IGF-1 séricos podem ser usados como uma ferramenta adicional para otimizar o tempo de tratamento ortodôntico (Jain, Jain, Deoskar, & Prasad, 2013).

Gupta, Deoskar, Gupta & Jain (2015) avaliaram os níveis do IGF-1 sérico em pacientes de ambos os sexos e em diferentes estádios de maturação das vértebras cervicais. Para este estudo, os autores selecionaram 60 pacientes, sendo 30 do sexo masculino e 30 do sexo feminino, com idades entre 8 e 23 anos. Amostras de sangue foram colhidas de todos os pacientes, cujos níveis de IGF-1 sérico foram avaliados por meio do método de imunoenensaio quimioluminescente. A maturação das vértebras cervicais foi avaliada pelo método de Bacetti et al. aplicado às radiografias cefalométricas laterais dos pacientes participantes deste estudo. Os autores verificaram que o valor de pico do IGF-1 sérico foi encontrado no estágio CS3, para mulheres, e CS4, para homens. Foram também encontradas diferenças entre as médias dos valores de IGF-1 entre homens e mulheres nos estágios CS3, 4 e 5. O valor médio mais alto para os níveis de IGF-1 nos homens foi observado no estágio CS4, seguido do estágio CS5 e CS3. Nas mulheres, o valor médio mais alto foi observado em CS3, seguido do estágio CS4 e CS5. Os autores concluíram que homens e mulheres apresentam valores de IGF-1 diferentes em estádios diferentes de maturação das vértebras cervicais. Mais estudos são necessários para estabelecer valores de IGF-1 séricos de referência em ambos os sexos para o diagnóstico da idade e maturação óssea (Gupta, Deoskar, Gupta, & Jain, 2015).

Masoud et al. (2015) realizaram um estudo com o objetivo de prever as taxas de crescimento total da mandíbula e da altura facial utilizando os níveis de IGF-1, juntamente com a maturação das vértebras cervicais cervical e a análise do perfil cefalométrico. Vinte e cinco pacientes em tratamento ortodôntico, 12 do sexo feminino e 13 do sexo masculino, foram acompanhados num período que variou entre 1 a 5 anos onde tiveram seus estádios de maturação das vértebras cervicais, níveis de IGF-1 sérico e parâmetros cefalométricos medidos. De acordo com os dados estatísticos obtidos neste estudo, os autores concluíram que a combinação das informações obtidas através dos níveis de IGF-1 com a informação que está prontamente disponível para os profissionais através da radiografia cefalométrica lateral pode ser usada para prever o tempo e a

intensidade do surto de crescimento. Estes instrumentos de diagnóstico, quando analisados em conjunto, revelaram uma eficácia maior do que qualquer um deles utilizados isoladamente (Masoud, et al., 2015).

III. Conclusão

A capacidade de predição do surto de crescimento da puberdade e seu máximo aproveitamento pelo médico dentista representa um enorme ganho para o paciente. Portanto, durante a recolha da história clínica e do exame objetivo, a observação e registo de algumas informações simples engrandecem o diagnóstico e também podem influenciar no plano de tratamento estabelecido nas diferentes áreas da medicina dentária e, como foi observado ao longo deste estudo, existem diversos recursos ao alcance dos profissionais de saúde para um correto diagnóstico.

A radiografia da mão e punho representa um instrumento de alta fiabilidade para a avaliação da maturação esquelética, especialmente porque esta região possui muitos centros de ossificação numa pequena área e o desenvolvimento destes centros é hoje bem conhecido, documentado e validado cientificamente para prever e estimar o crescimento ósseo, sendo considerada o padrão ouro para análises de crescimento.

A telerradiografia de perfil, comumente solicitada para fins de diagnóstico ortodôntico, também pode ser utilizada para análise do crescimento, através da avaliação dos ossos da coluna cervical. Diversos métodos também surgiram baseados na maturação das vértebras cervicais e têm-se revelado simples, práticos e fiáveis. Recentemente, com o advento da tomografia computadorizada de feixe cónico tornou-se possível observar o desenvolvimento das vértebras em três dimensões. A maturação das vértebras cervicais tem sido utilizada como parâmetro de referência para validação de outros instrumentos de diagnóstico com elevado respaldo científico. Entretanto, estudos de revisão sistemática recentes apontam algumas limitações dos métodos assentes na observação das vértebras cervicais sugerindo que mais estudos com precisão adequada devem ser realizados.

Os métodos baseados na idade dentária, embora sejam dos mais antigos recursos utilizados para determinação da idade cronológica, são alvo de alguma controvérsia dentro da pesquisa científica. Os autores concordam que a cronologia de mineralização e não a de erupção é a que deve ser considerada para o diagnóstico. Porém, apesar da fácil aplicação clínica, os indicadores do desenvolvimento dentário não têm-se demonstrado fiáveis para predizer o estadio de maturação esquelética do indivíduo. A maioria dos autores conclui que os métodos baseados na idade dentária podem ser utilizados como

coadjuvantes no diagnóstico pela sua facilidade de aplicação clínica, mas é preciso associá-los a outros métodos.

Quanto às características sexuais secundárias, os autores concordam que existe grande correlação entre o aparecimento destas e a maturação óssea. Todavia, algumas destas características sexuais não estão acessíveis ao médico dentista no exame objetivo, porém, uma boa anamnese pode evitar a solicitação de exames radiográficos desnecessários. A menarca, por exemplo, é um marcador importante para o diagnóstico de maturação óssea no sexo feminino. Portanto, a sequência do desenvolvimento das características sexuais secundárias no adolescente sistematizada por Tanner (1962) é de grande auxílio para o diagnóstico.

Por fim, os exames laboratoriais, nomeadamente aqueles baseados nos níveis séricos de IGF-1, representam um horizonte promissor porque têm a proposta de fornecer valores objetivos para o diagnóstico da maturação óssea e reduzir a necessidade de exposição do paciente à radiação. A pesquisa científica atual tem estabelecido uma correlação positiva entre os níveis séricos de IGF-1 e as fases do crescimento e desenvolvimento, porém, ainda há um longo caminho a fazer até estabelecer estes valores de referência.

IV. Bibliografia

- Abdel-Kader, H. M. (1998). The reliability of dental x-ray film in assessment of MP3 stages of the pubertal growth spurt. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 427-429.
- Araujo, M. T., Cury-Saramago, A. d., & Motta, A. F. (2011). Guias clínicos e radiográficos para a predição do surto de crescimento puberal. *Dental Press Journal Orthodontic*, 98-103.
- Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A. (2002). An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *The Angle Orthodontist*, 316-323.
- Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A. (2005). The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Seminars in Orthodontics*, 119–129.
- Bagherpour, A., Pousti, M., & Adelianfar, E. (2014). Hand skeletal maturity and its correlation with mandibular dental development. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 275-279.
- Byun, B.-R., Kim, Y.-I., Yamaguchi, T., Maki, K., & Son, W.-S. (2015). Quantitative Assessment of Cervical Vertebral Maturation Using Cone Beam Computed Tomography in Korean Girls. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 1-9.
- Cericato, G. O., Bittencourt, M. A., & Paranhos, L. R. (2015). Validity of the assessment method of skeletal maturarion by cervical vertebrae: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofacial Radiology*, 1-7.
- Chen, J., Hu, H., Guo, J., Liu, Z., Liu, R., Li, F., & Zou, S. (2010). Correlation between dental maturity and cervical vertebral maturity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 777-783.
- Cole, T. J., Pan, H., & Butler, G. E. (2014). A mixed effects model to estimate timing and intensity of pubertal growth from height and secondary sexual characteristics. *Annals of Human Biology*, 76-83.

- Collaço, F. M. (1980). *Endocrinologia: conceitos atuais*. Lisboa: Guanabara.
- Demirjian, A., Goldenstein, H., & Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology*, 211-227.
- Ebah. (9 de Setembro de 2015). Obtido de Ebah: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAmrAAD/guia-pratico-tratamento-clinico-hiv-rn?part=13>
- Farr, J. N., & Khosla, S. (2015). Skeletal changes through the lifespan - from growth to senescence. *Nat Rev Endocrinol*, 513-521.
- Fernandes, F. S. (2009). Avaliação comparativa do estágio de maturação esquelética em telerradiografias de perfil e tomografias computadorizadas de feixe cônico utilizando a análise das vértebras cervicais. *Tese*. Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Ferreira-Júnior, E. R., Santos-Pinto, L. A., & Santos-Pinto, R. d. (1993). Estágio de mineralização dental: 1. Análise comparativa entre sexos. *Revista de Odontologia da UNESP*, 303-313.
- Fishman, L. S. (1982). Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontics*, 88-112.
- Franchi, L., Baccetti, T., & McNamara, J. A. (2000). Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 335-340.
- Franchi, L., Baccetti, T., Toffol, L. D., Polimeni, A., & Cozza, P. (2008). Phases of the dentition for the assessment of skeletal maturity: A diagnostic performance study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 395-400.
- Freitas, A. d. (2000). *Radiologia Odontológica*. São Paulo: Artes Médicas.
- Garn, S. M., & Rohmann, C. G. (1960). Variability in the order ossification of the bony centers of the hand and wrist. *American Journal of Physical Anthropology*, 219-230.
- Gasser, T., Molinari, L., & Largo, R. (2013). A comparison of pubertal maturity and growth. *Annals of Human Biology*, 341-347.

- Gonçalves, A., Usberti, A. C., & Boscolo, F. N. (1994). Estudo dos estágios de desenvolvimento do primeiro molar permanente inferior e sua relação com a idade cronológica em crianças da região de Piracicaba. *Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo*, 275-280.
- Grave, K. C., & Brown, T. (January de 1979). Carpal radiographs in orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics*, pp. 27-45.
- Greulich, W. W., & Pyle, S. I. (1959). *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*. California: Stanford University Press.
- Guedes-Pinto, A. C. (2012). *Odontopediatria*. São Paulo: Santos.
- Gupta, S., Deoskar, A., Gupta, P., & Jain, S. (2015). Serum insulin-like growth factor-1 levels in females and males in different cervical vertebral maturation stages. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 68-75.
- Hägg, U., & Taranger, J. (1980). Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontologica Scandinavica*, 187-200.
- Hassel, B., & Farman, A. G. (1995). Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 58-66.
- Hernández, J. M., Sol, J. M., Quesada, M. R., Yanes, R. B., Gómez, A. B., & Rodríguez, J. J. (September-October de 1986). Estudio de la maduración ósea por sexo y raza. *Revista Cubana de Pediatría*, pp. 533-545.
- Hilgenberg, S. P., Pinto, S. C., Pinheiro, J. C., Jiménez, E. E., & Coelho, U. (Julho-Dezembro de 2008). Comparação entre as idades óssea, dentária e cronológica por meio de método radiográfico simplificado. *Revista Odonto*, 31-38.
- Jain, S., Jain, S., Deoskar, A., & Prasad, V. S. (2013). Serum IGF-1 levels as a clinical tool for optimizing orthodontic treatment timing. *Progress in Orthodontics*.
- Jaqueira, L. M., Armond, M. C., Pereira, L. J., Alcântara, C. E., & Marques, L. S. (2010). Determining skeletal maturation stage using cervical vertebrae: evaluation of three diagnostic methods. *Braz Oral Res*, 433-437.

- Johnston, F. E., Roche, A. F., & Susanne, C. (1980). Human Physical Growth and Maturation. Em F. E. Johnston, *Human Physical Growth and Maturation* (pp. 61-62). New York: Plenum Press.
- Joshi, V., Yamaguchi, T., Matsuda, Y., Kaneko, N., Maki, K., & Okano, T. (2012). Skeletal maturity assessment with the use of cone-beam computerized tomography. *Oral and Maxillofacial Radiology*, 841-849.
- Kase, N. G., & Weingold, A. B. (1987). *Ginecologia clínica*. São Paulo: Guanabara Koogan.
- Kucukkeles, N., Acar, A., Biren, S., & Arun, T. (1999). Comparisons between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for the assessment of skeletal maturity. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 47-52.
- Kumar, V., Ludlow, J., Cevdanes, L. H., & Mol, A. (2008). In Vivo Comparison of Conventional and Cone Beam CT Synthesized Cephalograms. *The Angle Orthodontist*, 873-879.
- Lai, E. H.-H., Chang, J. Z.-C., Yao, C.-C. J., Tsai, S.-J., Jen-Pei Liu, 4. Y.-J., & Lin, C.-P. (2008). Relationship Between Age at Menarche and Skeletal Maturation Stages in Taiwanese Female Orthodontic Patients. *Journal of the Formosan Medical Association - Elsevier*, 527-532.
- Lamparski, D. G. (1975). Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 458-459.
- Langlade, M. (1993). *Diagnóstico Ortodôntico*. São Paulo: Santos.
- Lara, T. S. (2006). Morfologia das 3ª e 4ª vértebras cervicais representativa do surto de crescimento da adolescência. *Dissertação de mestrado*. Araçatuba, São Paulo, Brasil.
- Lopes, M. A. (9 de Setembro de 2015). *Mário Almino Fisioterapia e Saúde*. Obtido de Mário Almino Fisioterapia e Saúde: <http://marioalmino.blogspot.pt/2012/04/mao-e-o-punho-avaliacao-e-tratamento.html>
- Lourenço, B., & Queiroz, L. B. (2010). Crescimento e desenvolvimento puberal na adolescência. *Revista de Medicina*, 70-75.

- Marcondes, E. (1980). Idade óssea em pediatria. *Pediatrics*, 297-311.
- Martins, & Sakima. (9 de Setembro de 2015). *Monica Salfatis Clínica de Ortodontia*.
Obtido de Monica Salfatis Clínica de Ortodontia:
<http://monicasalfatis.com.br/novosite/category/adolescentes/>
- Masoud, M. I., Marghalani, H. Y., Bamashmous, M., Alamoudi, N. M., Derwi, D. E.,
Masoud, I. M., . . . Gowharji, N. F. (2015). Predicting changes in mandibular
length and total anterior facial height using IGF-1, cervical stage, skeletal
classification, and gender. *Progress in Orthodontics*.
- Masoud, M. I., Masoud, I., Ralph L. Kent, J., Gowharji, N., Hassan, A. H., & Cohen, L.
E. (2009). Relationship between blood-spot insulin-like growth factor 1 levels and
hand-wrist assessment of skeletal maturity. *American Journal of Orthodontics
and Dentofacial Orthopedics*, 59-64.
- Moares, M. E. (1997). Surto de Crescimento Pubertal. Relação entre mineralização
dentária, idade cronológica, idade dentária e idade óssea. Método radiográfico.
Tese de doutoramento. São José dos Campos, São Paulo, Brasil.
- Molinari, L., Gasser, T., & Largo, R. (2013). A comparison of skeletal maturity and
growth. *Journal of the Society for the study of human biology*, 33-340.
- Moraes, M. E., Moraes, L. C., Filho, E. M., & Graziosi, M. A. (Janeiro-Junho de 2003).
Fidelidade dos Métodos Greulich & Pyle e Eklöf & Ringertz para avaliação da
idade óssea em crianças brasileiras. *Revista de Odontologia da UNESP*, pp. 9-17.
- Mörnstad, H., Staaf, V., & Welander, U. (1994). Age estimation with the aid of tooth
development: a new method based on objective measurements. *European Journal
of Oral Sciences*, 137-143.
- Moyers, R. E. (1991). *Ortodontia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Mughal, A. M., Hassan, N., & Ahmed, A. (March-April de 2014). The applicability of
the Greulich & Pyle Atlas for bone age assessment in primary school-going
children of Karachi, Pakistan. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, pp. 409-411.
- Nápoli, M. M., & Saraiva, P. A. (Setembro-Outubro de 1985). Idade óssea. *Revista do
Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo*, pp. 210-215.

- Nolla, C. M. (1960). The Development of the Permanent Teeth. *Journal of Dentistry for Children*, 254-266.
- O'Reilly, M. T., & Yanniello, G. J. (1988). Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae - a longitudinal cephalometric study. *The Angle Orthodontist*, 179-184.
- Perinetti, G., Lenarda, R. D., & Contardo, L. (2013). Diagnostic performance of combined canine and second molar maturity for identification of growth phase. *Progress in Othodontics*.
- Perinetti, G., Westphalen, G. H., Biasotto, M., Salgarello, S., & Contardo, L. (2013). The diagnostic performance of dental maturity for identification of the circumpubertal growth phases: a meta-analysis. *Progress in orthodontics*, 1-13.
- Różyło-Kalinowska, I., Kolasa-Raczka, A., & Kalinowski, P. (2010). Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *European Journal of Orthodontics*, 75-83.
- Sannomiya, E. K. (Fevereiro de 1998). Avaliação da idade óssea em indivíduos portadores da síndrome de down por meio de radiografias da mão e punho. *Revista de Odontologia da UNESP*, pp. 527-536.
- Santiago, R. C., Costa, L. F., Vitral, R. W., Fraga, M. R., Bolognese, A. M., & Maia, L. C. (2012). Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity - A systematic review. *Angle Orthodontist*, 1123-1131.
- Santos, E. C., Bertoz, F. A., Arantes, F. d., & Reis, P. M. (2005). Avaliação da reprodutibilidade do método de determinação da maturação esquelética por meio das vértebras cervicais. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 62-68.
- Santos, S. C., Almeida, R. R., Henriques, J. F., Bertoz, F. A., & Almeida, R. R. (1998). Avaliação de um Método de Determinação do Estágio de Maturação Esquelética utilizando as Vértebras Cervicais Presentes nas Telerradiografias em Norma Lateral. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 67-77.

- Shapland, F., & Lewis, M. E. (2014). Brief communication: A proposed method for the assessment of pubertal stage in human Skeletal Remains using cervical vertebrae maturation. *American Journal of physical anthropology*, 144-153.
- Shi, H., Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2007). Three-dimensional reconstruction of individual cervical vertebrae from cone-beam computed-tomography images. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 426-432.
- Surendra, S., & Thomas, E. (2014). Tooth mineralization stages as a diagnostic tool for assessment of skeletal maturity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 7-14.
- Tanner, J. M. (1973). *Growth at adolescence : with a general consideration of the effects of hereditary and environmental factors upon growth and maturation from birth to maturity*. Oxford: Oxford Blackwell Scientific.
- Tassi, N. G., Franchi, L., Baccetti, T., & Barbato, E. (2007). Diagnostic performance study on the relationship between the exfoliation of the deciduous second molars and the pubertal growth spurt. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 769-771.
- Ten, C. Y. (1994). Estimativa da idade pela mineralização dos ossos do carpo através de radiografias padronizadas. Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Tompkins, R. L. (1996). Human Population Variability in Relative Dental Development. *American Journal of Physical Anthropology*, 79-102.
- Valizadeh, S., Eil, N., Ehsani, S., & Bakhshandeh, H. (2013). Correlation Between Dental and Cervical Vertebral Maturation in Iranian Females. *Iranian Journal of Radiology*, 1-7.
- Vellini-Ferreira, F. (2010). *Ortodontia: Diagnóstico e planejamento clínico*. São Paulo: Artes Médicas.
- Zamora, N., Llamas, J. M., Cibrián, R., Gandia, J. L., & Paredes, V. (2011). Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *The Angle Orthodontist*, 856-864.